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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Социология и психология профессиональной деятельности»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессыв химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
(Код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»
(Наименование магистерской программы)

Квалификация: магистр

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена к.пс.н., доцентом, заведующим кафедрой социологии, психологии и права Н.С.Ефимовой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры социологии, психологии и права РХТУ им. Д.И. Менделеева «23» июня 2021 г., протокол №12

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Социологии, психологии и права РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Социология и психология профессиональной деятельности» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области социально-психологических дисциплин на кафедре социологии, психологии и права РХТУ им. Д.И. Менделеева

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

Задачи дисциплины – формирование у студентов: системных знаний и представлений о современном российском обществе, о новых условиях и возможностях развития личности, месте и роли будущего выпускника вуза; компетенций,необходимых для личностного и профессионального становления в процессе обучения в вузе и профессиональной деятельности специалиста в рамках управленческих взаимоотношений; способности осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде, управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития.

Дисциплина «Социология и психология профессиональной деятельности» преподается в 1 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 получение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения	УК-3.1 – Знает социально-психологические аспекты управления в организации. УК-3.2 – Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач. УК-3.3 – Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

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

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– сущность проблем организации и самоорганизации личности, поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;

– методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;

– конфликтологические аспекты управления в организации;

– методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

Уметь:

– планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;

– анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;

– устанавливать с коллегами отношения на конструктивном уровнем общения;

– вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

Владеть:

– социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;

– теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;

– способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;

– способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

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

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов			
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Всего**	**Лекции**	**Прак. зан.**	**Сам. работа**
1	**Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности**	**34**	**7**	**9**	**18**
1.1	Современное общество в условиях глобализации и информатизации.	4	1	1	2
1.2	Общее понятие о личности.	4	1	1	2
1.3	Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.	4	1	1	2
1.4	Когнитивные процессы личности.	8	1	2	4
1.5	Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.	8	2	2	4
1.6	Психология профессиональной деятельности.	6	1	2	4
2	**Раздел 2. Человек как участник трудового процесса**	**38**	**9**	**9**	**20**
2.1	Основные этапы развития субъекта труда.	6	1	1	2
2.2	Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.	4	1	1	2

2.3	Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.	4	1	1	2
2.4	Профессиональная коммуникация.	6	2	2	4
2.5	Психология конфликта.	8	2	2	4
2.6	Трудовой коллектив. Психология совместного труда.	6	1	1	4
2.7	Психология управления.	4	1	1	2
	ИТОГО	**72**	**16**	**18**	**38**

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации.

Типы современных обществ: общество риска, общество знания, информационное общество. Социальные и психологические последствия информатизации общества. Футурошок. Культурошок. Аномия. Адаптационные копинг-стратегии. Личность в современном обществе. Рефлексирующий индивид. Человек как субъект деятельности. Самодиагностика и самоанализ профессионального развития.

1.2. Общее понятие о личности.

Личность и ее структура. Самосознание: самопознание, самоотношение, саморегуляция. Основные подходы к изучению личности. Развитие личности. Социальная и психологическая структура личности. Ценностные ориентации и предпочтения личности Личность в системе непрерывного образования. Самообразование как основа непрерывного образования. Толерантное восприятие социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий.

1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.

Темперамент и характер в структуре личности. Проявление темперамента в деятельности. Структура и типология характера. Формирование характера. Построение взаимодействия с людьми с учетом их индивидуальных различий. Стратегии развития и саморазвития личности. Личные приоритеты. Целеполагание. Ценности как основа целеполагания. Цели и ключевые области жизни. Life Managment и жизненные цели.Smart - цели и надцели. Цель и призванные обеспечить ее достижения задачи и шаги. Копинг-стратегии. Искусство управлять собой.

1.4. Когнитивные процессы личности.

Общая характеристика когнитивных (познавательных) процессов личности. Ощущение и восприятие: виды, свойства, особенности развития. Внимание и память:виды, свойства, функции. Развитие и воспитание внимания. Возрастные и индивидуальные особенности памяти. Приемы рационального заучивания. Мышление и его формирование. Типология мышления: формы, виды, операции, индивидуальные особенности. Мышление и речь. Способы активизации мышления. Воображение: виды, функции, развитие. Воображение и творчество. Приемы эффективного чтения. Тренировка памяти и внимания.

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

Общее понятие об эмоциях и чувствах: функции, классификация, особенности развития. Способы управления своим эмоциональным состоянием. Общее представление о воле. Психологическая структура волевого акта. Развитие и воспитание силы воли. Функциональные состояния человека в труде. Регуляторы функциональных состояний. Классификация функциональных состояний. Психологический стресс как функциональное состояние. Психология стресса. Профилактика стресса и формирование стрессоустойчивости. Методы управления функциональными состояниями.

1.6. Психология профессиональной деятельности.

Человек и профессия. Структура профессиональной деятельности. Психологические направления исследования человека в структуре профессиональной деятельности. Профессиографирование как метод изучения профессиональной деятельности. Виды профессиографирования. Задачи психологии профессиональной деятельности. Психологические признаки и регуляторы труда. Профессионально важные качества.

Раздел 2. Человек как участник трудового процесса.

2.1. Основные этапы развития субъекта труда.

Человек как субъект труда: структура основных компонентов. Этапы развития субъекта труда (периодизация Е. А. Климова). Кризисы профессионального становления (Е. Ф. Зеер). Внутриличностный конфликт и способы его разрешения.

2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.

Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения (В. Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.). Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Психологические теории мотивации в организации. Социально-экономические теории мотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.

2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.

Психологическая система трудовой деятельности. Мотивационный процесс как основа целеполагания. Этапы достижения цели. Структура мотивационного процесса. Критерии эффективности целеполагания. Классификация целей. Разработка программы реализации цели. Стратегическое планирование.

2.4. Профессиональная коммуникация.

Психология общения. Составные элементы процесса общения. Функции и виды общения. Типы общения. Характеристики личности, способствующие успешности общения. Обмен информацией и коммуникативные барьеры. Авторитарная и диалогическая коммуникация. Общение как взаимодействие (интеракция)**.** Межличностное восприятие и построение имиджа. Профессиональное общение. Культура делового общения.

2.5. Психология конфликта.

Конфликт как особая форма взаимодействия**.** Структура, динамика, функции конфликтов. Основные стадии развития конфликтов. Классификация конфликтов**.** Основные этапы поиска выходов из конфликтной ситуации. Профессиональные конфликты. Источники конфликтов. Конфликтогенные личности. Условия конструктивного разрешения конфликтов. Управление конфликтными ситуациями в коллективе. Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.

2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда.

Группа. Коллективы. Организации. Понятие группы. Виды групп: условные и реальные, большие и малые, первичные и вторичные, формальные и неформальные, референтные группы. Профессиональные коллективы. Динамика формирования коллектива. Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Деятельность команд в организации. Социометрия. Психология совместной трудовой деятельности. Признаки группового субъекта труда. Классификация организаций. Способ организации совместной деятельности. Психология группы. Социально-психологические особенности малой организованной группы. Социально-психологический климат группы.

2.7. Психология управления.

Управление как социальный феномен. Субъект и объект управления.

Управленческие отношения как предмет науки управления. Этапы ее развития. Управленческая деятельность. Основные управленческие культуры: характерные черты и особенности. Основные функции управленческой деятельности. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Человеческие ресурсыорганизации и управленческие проблемы их эффективного использования. Проблема человека в системе управления. Личность и организация.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		+	+
1	– сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;		+	+
2	– методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;		+	+
3	– конфликтологические аспекты управления в организации;		+	+
4	– методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.		+	+
	Уметь:			
5	– планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;		+	+
6	– анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;		+	+
7	– устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения;		+	+
8	– вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.		+	+
	Владеть:			
9	– социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;		+	+
10	– теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***(универсальные)*** ***компетенции и индикаторы их достижения:***				
	Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**	+	+

11	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения	УК-3.1 – Знает социально-психологические аспекты управления в организации. УК-3.2 – Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач. УК-3.3 – Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.		
12	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 – Знает аспекты проявления межкультурных и лингвокультурных конфликтов. УК-5.2 – Умеет адекватно выстраивать стратегию успешного взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения. УК-5.3 – Владеет навыками создания недискриминационной межкультурной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.	+	+
13	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 – Знает сущность проблем организации, самоорганизации и развития личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности. УК-6.2 – Умеет анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания. УК-6.3 – Владеет социально-психологическими методами и технологиями развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, самосовершенствования.	+	+

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	Социальная значимость профессии. Роль химика-технолога в модернизации российского общества и решении социально-экологических проблем.	2
2	1	Социально-психологические основы управления карьерой. Планирование профессиональной карьеры.	2
3	1	Стратегии развития и саморазвития личности. Индивидуальное задание «Методика диагностики личности на мотивацию к успеху (Т. Элерс)»	2
4	1	Деловая игра на тему «Внутриличностный конфликт»	2
5	2	Тайм-менеджмент в системе самоорганизации и самообразования личности. Методы и техники управления временем.	1
6	2	Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Социометрия	2
7	2	Руководство и лидерство.	2
8	2	Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.	2
9	2	Деловая игра на тему «Межличностный конфликт в группе»	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия 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, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение практической работы на самодиагностику, самоанализ;
- написание докладов и рефератов, подготовку презентаций;
- участие в подготовку группового проекта;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче ***зачета*** (1 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 (максимальная оценка 70 баллов за семестр), доклада/реферата (максимальная оценка 20 баллов за семестр), и группового проекта (максимальная оценка 10 баллов). Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.1. Примерная тематика группового проекта «Моя профессия в современном российском обществе»

Групповой проект по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. В одном проекте могут участвовать до 5 человек. Максимальная оценка участия в групповом проекте – 10 баллов.

Примерные темы:

1. Химия как наука и призвание. Социальное значение науки химии. Мотивация выбора профессии химика. Как Вы пришли в науку химия?
2. Роль научного руководителя в формировании молодого ученого.
3. Какие положительные и негативные условия и факторы существуют в процессе обучения?
4. Какова тема Ваших научных интересов? Какую пользу обществу и человечеству могут принести Ваши научные открытия?
5. Социальная ответственность инженера химика-технолога,
6. Профессия исследователя химика-технолога в современном обществе
7. Профессия химика и сетевое общество.
8. Профессия химика в истории развития общества.
9. Новейшие открытия в химии и моя профессия.
10. Влияние развития химии на социальное развитие общества
11. Социальная экология и новейшие открытия химии
12. Химическое образование и общество знания.
13. Химическое образование и общество потребления.
14. Социальные проблемы химизации экономики и устойчивого развития.

8.2. Примерная тематика рефератов/докладов с презентацией

Реферат/доклад с презентацией по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка за выполнение реферата/доклада с презентацией – 10 баллов.

К Разделу 1. Пример тем докладов/рефератов для практического занятия на тему «Личность в современном обществе (дискуссия)». Тренинг знакомства.

1. Социальные типы личности. «Иметь или быть?» Э. Фромм.
2. Почему личность отчуждена от общества? (К. Маркс, Э. Фромм, Ж. Бодрийяр)
3. В каком обществе личность может быть счастливой? (Э. Фромм)
4. 20 марта – Всемирный день счастья. Как измерить счастье? В каких странах люди счастливы? Привести глобальную статистику.
5. Что собой представляет современное российское общество? Социальная структура российского общества. Привести данные госстата населения России в динамике за последние 30-50 лет: все население, по возрасту, полу, квалификации, уровню дохода.

6. «Русский крест»: демографические проблемы.

7. Проанализируйте историю России за последние 100 лет: какие социальные процессы пришлось пережить нашей стране?

8. Какова цель развития любого общества?

9. Каким было советское общество?

10. Какое будущее возможно у России?

11. Каковы социальные последствия информатизации общества? (привести статистику процессов информатизации и компьютеризации России и других стран мира за последние 20 лет).

12. Приведите статистику: процессы урбанизации России и в других странах мира за последние 100 лет.

13. Уровень доверия населения к власти в динамике за последние 20 лет. Привести данные ВЦИОМ (ФОМ)

14. Возможен ли в нашей стране рациональный капитализм? Возможна ли социальная рыночная экономика?

15. Может ли бизнес быть честным?

16. Общество потребления. Ж. Бодрийяр.

17. Обсуждение новых социальных практик:

18. «Нарастание играизации общества (игры в Интернете для разных возрастных групп)»

19. «Справедливая оплата труда».

20. «Быть как все».

21. Экологические практики «Довольствоваться малым».

22. Экопоселения.

23. Электронный коттедж.

24. Телесные практики.

К Разделу 2 Пример тем докладов/рефератов для практического занятия на тему «Тайм-менеджмент в системе самоорганизации личности. Методы и техники управления временем». Максимальная оценка за выполнение реферата/доклада с презентацией – 10 баллов.

1. Основная концепция Тайм менеджмента.

2. Цель и ее критерии и характеристики.

3. Иерархия ценностей в тайм менеджменте.

4. Принцип Парето.

5. Понятие «иерархии целей».

6. Принцип SMART.

7. Поглотители времени.

8. Принятие решений. Определение приоритетности дел.

9. Хронометраж. Хронограмма рабочего дня и недели. Как его провести и анализировать его итоги.

10. Правила эффективного делегирования ответственности и полномочий.

11. Определение срочных и важных дел. Матрица Эйзенхауэра.

12. Влияние индивидуальных установок на эффективное использование времени.

13. Механизм самодисциплины. Инструменты самомотивации.

14. Тайм менеджмент в организации. Управление временем в деятельности руководителей.

15. Основные принципы управления временем.

16. Закон Норкотта Паркинсона.

17. Основные этапы управления временем.

18. Технические средства для эффективного управления временем.

19. Компьютер – универсальное средство управления временем.

20. Электронные средства планирования времени.
21. Использование телефона для управления временем.
22. Электронная почта – средство управления временем.

8.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1. Пример контрольной работы №1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа №1 проходит в виде обсуждения «Настольная книга по саморазвитию». Задание к контрольному выступлению дается на первом занятии. Студенту необходимо прочитать одну из предложенных книг или выбрать любую свою книгу по саморазвитию, сделать презентацию книги, включающую информацию об авторе, краткое содержание книги, анализ идеи и что в этой книге стало полезным для построения своего понимания о саморазвитии. Анализируется фрагмент книги, наиболее интересный для студента. Максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов. Оценка за контрольную работу складывается из оценок по 3 позициям: до 6 баллов за участие в обсуждениях по книге, до 2 баллов за анализ содержания, до 2 баллов за презентацию).

Список предлагаемой для обсуждения литературы:

1. Алис Миллер. Драма одаренного ребенка и поиск собственного Я. Издательство:Академический проект, 2019. 140 с.
2. Анна Фрейд. Психология Я и защитные механизмы. Издательство: Питер, 2018. 160 с.
3. Александр Рей. Предназначение. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2017. 224 с.
4. Бен-Шахар Тал. Что ты выберешь? Решения, от которых зависит твоя жизнь. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2016. 256 с.
5. Бердяев Н. А. Самопознание. Издательство: Азбука, 2016. 416 с.
6. Брайан Моран, Майкл Леннингтон. 12 недель в году. Как за 12 недель сделать больше, чем другие успевают за 12 месяцев. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 398 с.
7. Брайан Трейси. Тайм-менеджмент по Брайану Трейси. Как заставить время работать на вас. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 302 с.
8. Брайан Моран, Майкл Леннингтон. 12 недель в году. Как за 12 недель сделать больше, чем другие успевают за 12 месяцев. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 398 с.
9. Брюс Худ. Иллюзия "Я", или Игры, в которые играет с нами мозг. Издательство: Эксмо, 2015. 382 с.
10. Веденеева Варвара. 75 questions. Вопросы для самопознания. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 160 с.
11. Глеб Архангельский и др. Тайм-менеджмент. Полный курс. Издательство: АльпинаПаблишер, 2019. 312 с.
12. Глеб Архангельский. Тайм-драйв. Как успевать жить и работать. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 272 с.
13. Глеб Архангельский и др. Тайм-менеджмент. Полный курс. Издательство: АльпинаПаблишер, 2019. 312 с.
14. Глеб Архангельский. Тайм-драйв. Как успевать жить и работать. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 272 с.
15. Джессами Хиббард, Джо Асмар. Эта книга сделает вас уверенным. Издательство: Эксмо, 2016. 192 с.
16. Джим Лоэр. Стратегия счастья. Как определить цель в жизни и стать лучше на путик ней. Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 255 с.
17. Джон Вон Эйкен. Возможно все! Дерзни в это поверить… Действуй, чтобы

это доказать! Издательство: Альпина Диджитал, 2011. 367 с.

18. Дэниел Пинк. Драйв. Что на самом деле нас мотивирует. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 280 с.

19. Дэниел Пинк. Драйв. Что на самом деле нас мотивирует. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 280 с.

20. Дэн Кеннеди. Жесткий тайм-менеджмент. Возьмите свою жизнь под контроль.Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 176 с.

21. Карнеги Дейл. Как выработать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично. Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей. Как перестать беспокоиться и начать жить. Издательство: Поппури, 2019. 768 с.

22. Карнеги Дейл. Как выработать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично. Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей. Как перестать беспокоиться и начать жить. Издательство: Поппури, 2019. 768 с.

23. Кон И.С. В поисках себя: Личность и ее самосознание. Издательство: Издательствополитической литературы, 1984, 336 с.

24. Козырев Г.И. Конфликтология: Учебник. М.: ИД – «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. 304 с.

25. Кови Стивен. Семь навыков высокоэффективных людей. Мощные инструменты развития личности. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 396 с.

26. Кэнфилд Джек и др. Цельная жизнь. Ключевые навыки для достижения ваших целей. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2011. 264 с.

27. Луиза Хей. Стань счастливым за 21 день. Самый полный курс любви к себе. Издательство: Эксмо, 2019. 240 с.

28. Люси Паладино. Максимальная концентрация. Как сохранить эффективность в эпоху клипового мышления. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2015. 336 с.

29. Мария Хайнц. Позитивный тайм-менеджмент. Как успевать быть счастливым. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 128 с.

30. Нетеберг Штаффан. Тайм-менеджмент по помидору. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 246 с.

31. Мария Хайнц. Позитивный тайм-менеджмент. Как успевать быть счастливым. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 128 с.

32. Нетеберг Штаффан. Тайм-менеджмент по помидору. Издательство: Альпина Паблишер, 2019. 246 с.

33. Пьер Франк. Как стать уверенным в себе. Всего 6 минут в день. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2019. 224 с.

34. Рапсон Джеймс, Инглиш Крейг. Похвалите меня. Как перестать зависеть от чужого мнения и обрести уверенность в себе. Издательство: Альпина Диджитал, 2014. 240 с.

35. Рафаэль Сантандреу. Как не превратить свою жизнь в кошмар. Издательство: Эксмо-Пресс, 2016. 336 с.

36. Самосознание и защитные механизмы личности. Хрестоматия по психологии самосознания. Под ред. Райгородского Д. Я. Издательство: Бахрах-М, 2016. 656 с.

37. Самыгин С.Д., Дюжиков С.А., Руденко А.М. Управление человеческими ресурсами: Учебное пособие / А.М. Руденко / М.: Феникс, 2015.

38. Сидорова Н.А. Тайм-менеджмент. Создание оптимального расписания дня и эффективная организация рабочего процесса / Н. А. Сидорова, Е. Б. Анисинкова. - М.: Дашков и К*, 2012. - 220 с.

39. Светлана Иванова. Мотивация на 100%. А где же у него кнопка? Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 286.

40. Сюзан Форуард «Эмоциональный шантаж». 2006.

41. Томас Метцингер. Тоннель Эго. Наука о мозге и миф о своем Я. Издательство: АСТ, 2017. 480 с.

42. Томас Метцингер. Тоннель Эго. Наука о мозге и миф о своем Я. Издательство: АСТ, 2017. 480 с.

43. Чампион Тойч. Духовность и самосознание личности. Издательство: Когито-Центр,2017 г. 176 с.

44. Энн Линдберг. Подарок моря. Как вернуться к себе и жить просто. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 192 с.

45. Эрик Ларсен. На пределе. Неделя без жалости к себе. Издательство: Манн, Иванови Фербер, 2018. 208 с.

46. Пьер Франк. Как стать уверенным в себе. Всего 6 минут в день. Книга-тренинг. Издательство: Эксмо, 2019. 224 с.

47. Энн Линдберг. Подарок моря. Как вернуться к себе и жить просто. Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 192 с.

48. Эрик Ларсен. На пределе. Неделя без жалости к себе. Издательство: Манн, Иванови Фербер, 2018. 208 с.

49. Эдвард де Боно. Красота ума. 2004

50. Джим Лоэр. Стратегия счастья. Как определить цель в жизни и стать лучше на путик ней. Издательство: Альпина Паблишер, 2018. 255 с.

Раздел 2. Пример контрольной работы №2. Максимальная оценка – 20 баллов.

Контрольная работа №2 проходит в виде защиты проекта «Моя профессия». Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа оценивается по 5 позициям (до 4 баллов – самодиагностика, до 4 баллов – профессиограмма, до 4 баллов за анализ и построение целей, до 4 баллов – презентация, до 4 баллов – выступление). Для защиты вся группа делится на подгруппы по 5 человек. Защита происходит в подгруппе. Для организации защит необходимо иметь 5 ноутбуков.

Защита проекта «Моя профессия» имеет два этапа: самодиагностика (определение профессиональной направленности, личностно профессионально важных качеств), составление профессиограммы, презентация результатов в проекте «Моя профессия», построение дерева целей.

Студенты самостоятельно формируют методический блок в зависимости от целей и задач практической работы на основе учебного пособия *(Ефимова Н. С. Инженерная психология и профессиональная безопасность. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019.)*

1. Определение профессиональной направленности
   - Определение типа личности (методика Дж. Холланда)
   - Дифференциально-диагностический опросник (ДДО)
   - Определение сферы профессиональных предпочтений
2. Определение личностно профессионально важных качеств
   - Определение восприятия времени
   - Определение восприятия пространства
   - Определение тактильного и зрительного восприятия
   - Изучение устойчивости, переключаемости и объема внимания
   - Изучение индивидуальных особенностей памяти
   - Личностный опросник – ЕРО, Г. Ю.Айзенк
   - Тест Кеттела «16 pf – опросник»
   - Методика диагностики межличностных отношений (Т. Лири)
   - Определение поведенческих стратегий в стрессовых ситуациях
   - Определение уровня склонности к риску (Опросник Т. Элерса)

По результатам тестирования студентам необходимо заполнить таблицу 1, 2.

Написать самоанализ по результатам проведенной работы

Таблица 1.

Сильные стороны	Ресурсы	Слабые стороны	Риски

Таблица 2.

Я – сейчас	Я хочу в себе изменить	Что буду делать

Студентам необходимо сделать профессиограмму своей будущей профессии и построить «дерево целей» Систематизировать весь материал и представить в виде презентациисвоего развития.

Раздел 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе №3. Максимальная оценка - 10 баллов. Контрольная работа содержит 10 вопросов, по 1 баллу за каждый правильный ответ на вопрос.

1. Какой фактор в наибольшей степени влияет на развитие личности

а) наследственность,
б) социальная среда,
в) деятельность человека (игровая, учебная, трудовая).

2. «Я-концепция» - это

а) то что человек представляет о себе,б) то, что о нем думают другие,
в) нечто среднее.

3. «Я-концепция» - это результат

а) самопознания,
б) воспитания,
в) направленности личности.

4. «Забывание» или «удаление» с сознательного уровня мыслей и чувств, которые выступают как источник тревоги и психологического дискомфорта - это

а) сублимация,
б) вытеснение,
в) замещение.

5. Человек переносит свои мысли и чувства на окружающих людей, стремясь подобным образом снять с себя ответственность за собственные неприятности и неудачи - это

а) сублимация,
б) проекция,
в) замещение.

6. Вымещении отрицательных чувств на более слабого человека, домашних животных или окружающих предметах - это

а) сублимация,
б) вытеснение,
в) замещение.

7. Искажение человеком окружающей реальности с целью сохранения высокого уровня самооценки и самоуважения - это

а) сублимация,
б) рационализация,
в) реактивное образование.

8. Возврат к детским моделям поведения – это

а) регрессия,
б) рационализация,
в) реактивное образование.

9. Изменение своих импульсов и взглядов для того, чтобы они стали приемлемыми для данного социального окружения - это

а) сублимация,
б) рационализация,
в) реактивное образование.

10. Способность человека неоднократно обращаться к началу своих действий, мыслей, умение стать в позицию стороннего наблюдателя, размышлять над своим поведением, поступками, мыслями - это

а) самодиагностика;
б) рефлексия,
в) самонаблюдение.

11. Положение индивида или группы в социальной системе – это

а) социальный статус,
б) социальная
роль,
в) имидж.

12. Способность человека упорядочивать свою деятельность для достижения целей – это

а) самоэффективность,
б) целеполагание,
в) самоорганизация.

13. Учёт, распределение и оперативное планирование собственных ресурсоввремени - это

а) тайм-менеджмент,
б) социальная рефлексия,
в) направленности личности.

14. Кто из психологов определил семь основных сфер жизненных интересов, представив их схематично

а) К. Роджерс,
б) Д. Карнеги,
в) А. Маслоу.

15. Внутренняя движущая сила, которая понуждает человека к деятельности – это

а) мотив;
б) личная цель,
в) ресурс.

16. Отвлечение от причины эмоционального напряжения, переключение - это

а) релаксация,
б) психокоррекция,
в) рефлексия.

17. Самоанализ человеком своего внутреннего состояния и его причин – это

а) релаксация,
б) самокоррекция,
в) рефлексия.

18. Самостоятельное регулирование человеком своего отношения к объекту, вызывающему эмоции - это

а) релаксация,
б) самокоррекция,

в) рефлексия.

19. Активное достижение человеком успехов в профессиональной деятельности – это

а) профессиональный рост

б) профессиональная мобильность

в) профессиональная карьера

20. Процесс накопления опыта практической деятельности – это

а) профессиональное творчество

б) профессиональная компетентность

в) профессиональная карьера

г) название фирмы

д) календарный период пребывания в должности.

Пример контрольной работы №4. Максимальная оценка 20 – баллов.

1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации.
2. Типы современных обществ. Общество риска. Общество знания. Информационное общество.
3. Социальные и психологические последствия информатизации общества. Футурошок. Культурошок. Аномия. Адаптационные копинг-стратегии.
4. Особенности современного российского общества. Перспективы модернизации.
5. Институты социализации личности.
6. Семья как социальный институт. Проблемы современной семьи и пути решения.
7. Институт образования. Непрерывное образование. Интернет-технологии.
8. Рынок труда.
9. Социально-психологические основы управления карьерой.
10. Планирование профессиональной карьеры.
11. Социальная значимость профессии. Роль химика-технолога в модернизации российского общества и решении социально-экологических проблем.
12. Личность. Понятие и сущность личности. Социальная и психологическая структура личности. Рефлексирующий индивид.
13. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.
14. Ценностные ориентации и предпочтения личности. Ценности как основа целеполагания. Иерархия ценностей. Динамика ценностей.
15. Стратегии развития и саморазвития личности. Личные приоритеты. Целеполагание. Цели и ключевые области жизни. "Иерархия целей"
16. Life Managment и жизненные цели. Smart - цели и надцели.
17. Социальные и психологические технологии самоорганизации и развития личности. Копинг-стратегии.
18. Тайм-менеджмент в организации.
19. Эффективный Тайм-менеджмент.
20. Прокрастинация. Основные причины. Способы совладения с прокрастинацией.
21. Оптимизация расходов времени. Направления расходования времени.
22. Хронограмма рабочего дня и недели.
23. Подходы к планированию времени. Инструменты планирования времени.
24. Инструменты обзора задач. Основной принцип расстановки приоритетов.
25. Инструменты самомотивации.
26. Группа. Понятие группы. Виды групп: условные и реальные, большие и малые, первичные и вторичные.
27. Формальные и неформальные, референтные группы.

28. Профессиональные коллективы.
29. Динамика формирования коллектива.
30. Диагностика социальных групп. Социометрия.
31. Групповая сплоченность. Групповая динамика.
32. Деятельность команд в организации.
33. Руководство и лидерство. Руководство как разновидность власти.
34. Понятие власти и авторитета.Структура власти (компоненты и ресурсы власти). Основания и виды власти. Централизация, децентрализация, делегирование власти.
35. Роль и функции руководителя. Стили руководства.
36. Оценка эффективности демократического, авторитарного и попустительского стилей.
37. Решетка стилей руководства Р. Блейка и Д. Моутона.
38. Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации.
39. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Классификация мотивов.
40. Психологические теории мотивации в организации.
41. Социально-экономические теориимотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.
42. Человеческие ресурсы организации и управленческие проблемы их эффективного использования.
43. Методы социально-психологического воздействия в управленческой деятельности.
44. Управление конфликтными ситуациями в коллективе.
45. Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Ефимова, Н. С. Социальная психология [Текст] : учебник для бакалавров / Н. С. Ефимова, А. В. Литвинова. - М. : Юрайт, 2019. - 442 с.

2. Ефимова Н.С., Плаксина Н.В., Мосорюк П.М. Социально-психологические основы самоорганизации и управления [Текст] : учебное пособие / Ефимова Н.С., Плаксина Н.В., Мосорюк П.М. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. -122 с.

Б. Дополнительная литература

1. Козырев Г.И. Конфликтология: Учебник. М.: ИД – «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. 304 с.

2. Ефимова Н.С., Литвинова А.В. Социальная психология: М.: Издательство Юрайт, 2016. – 442 с.

3. Самыгин С.Д., Дюжиков С.А., Руденко А.М. Управление человеческими ресурсами: Учебное пособие / А.М. Руденко / М.: Феникс, 2015

4. Ильин, Г. Л. Социология и психология управления: учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / Г. Л. Ильин. – з-е изд., стер. – М.: Издательский центр

5. «Академия», 2016. – 192 с.

6. Самыгин С.И. Социология и психология управления: учебное пособие/ С.И. Самыгин, Г.И. Колесникова, С.Н. Епифанцев. – М.: КНОРУС,2016. – 256 с.

7. Сидорова Н.А. Тайм-менеджмент. Создание оптимального расписания дня и эффективная организация рабочего процесса / Н. А. Сидорова, Е. Б. Анисинкова. - М.: Дашков и К*, 2016. - 220 с.

8. Тайм-менеджмент: учебное пособие для студентов вузов / Г. А. Архангельский, М. А. Лукашенко, Т. В. Телегина, С. В. Бехтерев; под ред. Г. А. Архангельского. - М.:

Моск. фин.-промышленная ак-я, 2016. - 304 с. - (Университетская серия).

9.2. Рекомендуемые источники научной информации

– Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:
- Журнал «Социальная психология и общество» ISSN 2221-1527
- Журнал «Психологическая наука и образование» ISSN 1814-2052
- Журнал «Культурно-историческая психология» ISSN 1816-5435

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- https://www.scienceandsociety.com Наука и Общество
- http://lib.socio.msu.ru Электронная библиотека Социологического факультета Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова (МГУ)
- http://www.isras.ru Учреждение Российской Академии наук. Институт социологии РАН Публикации, банк социологических данных, ведущие журналы по социологии и политологии, научные дискуссии.
- https://isp.hse.ru Институт социальной политики На сайте представлены материалы по социологическим исследованиям, проектам, мониторинги
- http://wciom.ru Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ). Опубликована информация о деятельности центра: проведение маркетинговых, социальных и политических исследований на базе регулярных массовых опросов в России и странах СНГ; анализ данных. Описание количественных и качественных методов исследований.
- http://socofpower.ranepa.ru/ru/ **журнал «Социология власти»**. Решением Президиума ВАКа Министерства образования и науки России журнал "Социология власти" включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по социологии, политологии, философии, культурологии, праву, психологии.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средстваобеспечения освоения дисциплины:
– компьютерные презентации интерактивных лекций - 9
– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 20 по каждому разделу);

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 г. составляет 1 715 452 экз. изданий.

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 ОБЕСПЕЧЕНИЕДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Социология и психология профессиональной деятельности» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

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

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; 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.

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии	Возможность дистанционного использования
1	WINDOWS 8.1	Контракт №	бессрочно	Лицензия на	Нет

	Professional Get Genuine	62-64ЭА/2013 от 02.12.2013		операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	
2.	Micosoft 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: • 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 ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности	*Знает:* - сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в группе в условиях современного общества и непрерывного образования, и теоретико-методологические подходы и пути их решения; - методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе; - методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации; *Умеет:* - устанавливать с коллегами (одногруппниками) отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения; - планировать и решать задачи личностного и профессионального развития; - анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания; *Владеет:* - способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами; - социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития; - теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и	Оценка за контрольнуюработу №1, оценка за реферат/доклад с презентацией

	межкультурных конфликтов	
Раздел 2. Человек как участник трудового процесса	*Знает:* - сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности; – методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе; – конфликтологические аспекты управления в организации; – методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации; *Умеет:* - устанавливать с коллегами (одногруппниками) отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения; - планировать и решать задачи личностного и профессионального развития; - анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания; - вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач; *Владеет:* - социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития; - теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов; – способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию; – способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами	Оценка за контрольнуюработу №2, №3, №4,оценка за реферат/доклад с презентацией

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССАДЛЯ 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 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 рабочей программе дисциплины

«Социология и психология профессиональной деятельности»

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимиии биотехнологии

код и наименование направления подготовки (специальности)

Магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № 1 от «___»_____г.
2.		протокол заседания Ученого совета № 2 от «___»_____г.
3.		протокол заседания Ученого совета № 3 от «___»_____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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование технологических и природных систем»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информатики и компьютерного проектирования Гартманом Т.Н.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шумаковой О.П.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***информатики и компьютерного проектирования*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Моделирование технологических и природных систем***» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана (***Б1.О.03***). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информатики, вычислительной математики, моделирования химико-технологических процессов, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии и общей химической технологии.

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

З**адача дисциплины**:

1. Ознакомление и изучение функциональных возможностей пакета моделирующих программ CHEMCAD и способов интеграции его с системой компьютерной математики MATLAB для решения задач исследования и управления в химической технологии
2. Приобретение навыков и знаний по методике работы с пакетом моделирующих программ CHEMCAD и системой компьютерной математики MATLAB, а также их интеграции.
3. Решение практических задач моделирования и оптимизации химико-технологических процессов с применением пакета моделирующих программ CHEMCAD и системы компьютерной математики MATLAB

Дисциплина «***Моделирование технологических и природных систем***» преподается в 1 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
	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников Информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач
	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами УК-2.2 Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта УК-2.3 Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере
	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знает социально-психологические аспекты управления в организации УК-3.2 Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач УК-3.3 Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами
	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок
	ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования ОПК-2.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний ОПК-2.3 Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании
	ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК3.1 Знает технологические основы организации современных производств соответствующего профиля ОПК-3.2 Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку ОПК-3.3 Владеет навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

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

- методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств;
- принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

Уметь:

- решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции;
- применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств.

Владеть:

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

3. 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:	**0,94**	**34**	**25,5**
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	**-**	**-**	-
Лекции	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	13,5
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Самостоятельная работа	**2,06**	**74**	**55,5**
Контактная самостоятельная работа (*АттК из УП для зач / зач с оц.*)	*2,06*	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (*или другие виды самостоятельной работы*)		*74*	*55,5*
Вид контроля:			
Экзамен	**1**	**36**	**27**
Контактная работа – промежуточная аттестация		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

		Академ. часов								
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**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	***1***	***-***	***0,5***	***-***		***-***	***-***	***-***	***0,5***
1.	**Раздел 1. Принципы моделирования технологических систем.**	***18***	***-***	***2***	***-***	***4***	***-***	***-***	***-***	***12***
1.1	Иерархическая структура технологических систем; физико-химические, технологические и вычислительные аспекты решения задач моделирования.	***9***	***-***	***1***	***-***	***2***	***-***	***-***	***-***	***6***
1.2	Пакеты прикладных программ (ППП) и пакеты моделирующих программ (ПМП) и их применение для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем.	***9***	***-***	***1***	***-***	***2***	***-***	***-***	***-***	***6***
2.	**Раздел 2. Название раздела Моделирование реакторных процессов**	**21**	-	**3**	-	**3**	-	-	-	**15**
2.1	Математические модели гомогенных и гетерогенных химических реакций.	**7**	***-***	1	***-***	1	***-***	***-***	***-***	5
2.2	Моделирование процессов в трубчатых реакторах	**7**	***-***	1	***-***	1	***-***	***-***	***-***	5
2.3	Моделирование процессов в реакторах с мешалкой.	**7**	***-***	1	***-***	1	***-***	***-***	***-***	5

3.	**Раздел 3. Моделирование парожидкостных равновесий**	**21**	**-**	**3**	**-**	**3**	**-**	**-**	**-**	**15**
3.1	Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-пар (ПЖР).	**7**	-	1	-	1	-	-	-	5
3.2	Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-жидкость (ЖЖР).	**7**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	5
3.3	Моделирование фазовых равновесий в многокомпонентных системах жидкость-жидкость-пар (ПЖЖР).	**7**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	5
4.	**Раздел 4. Моделирование процессов равновесного испарения и многокомпонентной массопередачи в процессах разделения парожидкостных систем**	**21**	**-**	**3**	**-**	**3**	**-**	**-**	**-**	**15**
4.1	Моделирование процесса многокомпонентного испарения жидкость-пар в сепараторах непрерывного действия.	**7**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	5
4.2	Моделирование процессов многокомпонентного расслаивания и равновесного испарения жидкость-жидкость-пар в декантаторах и сепараторах непрерывного действия.	**7**	-	1	-	1	-	-	-	5
4.3	Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи на ступенях разделения колонн непрерывной ректификации.	**7**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	5

5.	**Раздел 5. Моделирование процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции в колонных аппаратах.**	**24**	**-**	**4**	**-**	**4**	**-**	**-**	**-**	**16**
5.1	Моделирование стационарного процесса непрерывной ректификации в тарельчатой и насадочной колонне.	**6**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	4
5.2	Моделирование стационарного процесса непрерывной абсорбции в насадочной колонне.	**6**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	4
5.3	Моделирование стационарного процесса непрерывной жидкостной экстракции в тарельчатой колонне.	**6**	-	1	-	1	-	-	-	4
5.4	Совместное моделирование процессов в технологических схемах химических производств.	**6**	**-**	1	**-**	1	**-**	**-**	**-**	4
	Заключение	**1**	**-**	0,5	**-**	-	**-**	**-**	**-**	0,5
	Подготовка к экзамену	**0,4**	**-**	-	**-**	-	**-**	**-**	**-**	-
	Экзамен	**35,6**	-	-	-	-	-	-	-	-
	ИТОГО	**144**	**-**	**16**	**-**	**18**	**-**	**-**	**-**	**74**

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

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

Раздел 1. Принципы моделирования технологических систем.

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

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

Раздел 2. Моделирование реакторных процессов.

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

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

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

Раздел 3. Моделирование парожидкостных равновесий.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	– физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии		+	+	+	+
2	– методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств		+		+	+
3	– принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами	+	+	+	+	+
	Уметь:					
4	– решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции		+	+	+	+
5	– применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств		+		+	+
	Владеть:					
6	– методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***компетенции и индикаторы их достижения:*** УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3						
	Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**				

7	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников Информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	+	+	+
8	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами УК-2.2 Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта УК-2.3 Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере	+	+	+	+	+
9	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знает социально-психологические аспекты управления в организации УК-3.2 Умеет вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач УК-3.3 Владеет навыками конструктивного взаимодействия в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами	+	+	+	+	+

10	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)	+	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	**Код и наименование индикатора достижения ОПК**					
11	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок	+	+	+	+	+
12	ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования ОПК-2.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний ОПК-2.3 Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании	+	+	+	+	+

13	ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК3.1 Знает технологические основы организации современных производств соответствующего профиля ОПК-3.2 Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку ОПК-3.3 Владеет навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия
Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1,2,3,4,5	Основные приемы работы с пакетом MATLAB и CHEMCAD при моделировании процессов химической технологии.	2
2	3,4,5	Расчет многокомпонентных фазовых равновесий жидкость-пар (ПЖР), жидкость-жидкость(ЖЖР) и жидкость-жидкость-пар (ПЖЖР).	2
3	4,5	Расчет процессов многокомпонентной дистилляции, в том числе с расслаиванием жидкой фазы и процессов в декантаторах-отстойниках жидкостей.	2
4	5	Оценочный и конструкционный расчет процессов в кожухотрубных теплообменниках	2
5	5	Оценочный и конструкционный расчет процессов в насадочных и тарельчатых абсорберах и ректификационных колоннах с учетом многокомпонентной массопередачи	2
6	5	Расчет процесса многокомпонентной экстракции в тарельчатой колонне	2
7	2	Расчет стационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой	2
8	2	Расчет стационарных режимов процессов в трубчатых реакторах	2
9	5	Расчет технологических схем химических производств	2

6.2 Лабораторные занятия
Не предусмотрено

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 сдаче ***экзамена*** и 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 практикума (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме ***экзамена*** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 9 практических работ. Максимальная оценка за практические работы составляет 6-7 баллов за каждую.

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины при сдаче практических работ.

1. Основные решатели MATLAB, используемые для моделирования технологических систем.
2. Расчетные модули CHEMCAD, используемые для моделирования технологических систем.
3. Алгоритмы моделирования парожидкостного равновесия.
4. Методы учета неидеальности жидкой фазы при парожидкостном равновесии, алгоритмы расчета коэффициентов активности и их сравнение.
5. Методы учета неидальности паровой фазы, алгоритмы расчета коэффициентов фугитивности и их сравнение.
6. Алгоритмы моделирования испарителей и конденсаторов.
7. Методы, процедуры и алгоритмы расчета стационарного процесса химического превращения в непрерывном реакторе с мешалкой.
8. Методы, процедуры и алгоритмы расчета стационарного процесса химического превращения в трубчатых реакторах.
9. Методы, процедуры и алгоритмы расчета стационарного процесса разделения в колонне ректификации.
10. Методы, процедуры и алгоритмы расчета стационарного процесса разделения в абсорбционном аппарате.
11. Методы, процедуры и алгоритмы расчета стационарного процесса разделения в экстракционном аппарате колонного типа.
12. Методы, процедуры и алгоритмы расчета технологических схем химических производств.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный *б*илет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Характеристика и функциональные возможности пакета CHEMCAD для моделирования технологических систем

2. Характеристика и функциональные возможности пакета MATLAB для моделирования технологических систем

3. Компьютерное моделирование фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентных системах

4. Компьютерное моделирование фазового равновесия жидкость-жидкость-пар в многокомпонентных системах
5. Моделирование процесса равновесного испарения и конденсации в многокомпонентных системах.
6. Математическое описание и компьютерное моделирование многокомпонентной массопередачи в процессах абсорбции и ректификации
7. Матричный подход к моделированию кинетики химических превращений и его реализация с применением пакета CHEMCAD
8. Решение прямых и обратных задач при компьютерном моделировании процессов в реакторах с мешалкой.
9. Решение прямых и обратных задач при компьютерном моделировании процессов в трубчатых реакторах.
10. Компьютерная модель процесса непрерывной ректификации.
11. Компьютерная модель процесса непрерывной абсорбции.
12 Компьютерная модель процесса непрерывной жидкостной экстракции в колонном аппарате.
13. Компьютерное моделирование технологических схем химических производств.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

Экзамен по дисциплине «***Моделирование технологических и природных систем***» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***экзамена*** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***зачета с оценкой***:

<table>
<tr><td rowspan="5">«Утверждаю»
Зав. кафедры ИКП
(Должность, наименование кафедры)
_____ _Гартман Т.Н.
(Подпись) (И. О. Фамилия)
«__» _____ 2021 г.</td><td>Министерство науки и высшего образования РФ</td></tr>
<tr><td>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</td></tr>
<tr><td>Кафедра информатики и компьютерного проектирования</td></tr>
<tr><td>18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа –
«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»</td></tr>
<tr><td>Моделирование технологических и природных систем</td></tr>
<tr><td colspan="2">Билет № 1
1. Компьютерная модель процесса непрерывной ректификации.
2. Компьютерное моделирование фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентных системах</td></tr>
</table>

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. "Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов. – М: ИКЦ «Академкнига», 2008. – 416 с.
2. Моделирование гидравлических и теплообменных процессов применением пакета MATLAB: учебное пособие/ Под редакцией Т.Н. Гартмана. _-М. РХТУ им. Д.И. Менделеева,2011. – 150 с.
3. CHEMCAD 6 / USER GUIDE– .: Houston, TEXAS 2011. – 670 с.
4. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М: - Высшая школа. - 1991. - 400 с.
5. Гартман Т.Н., Д.В. Клушин, Васильев В.В. и др. Введение в системы прикладной информатики химических предприятий: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006 - 62 с.
6. Гордеев Л.С., Кафаров В.В., Бояринов А.И. Оптимизация процессов химической технологии – М .: МХТИ им. Д.И. Менделеева. - 1972. – 275 с.
7. Бобров Д.А., Кафаров В.В., Перов В.Л. Оптимизация химико-технологических систем: Учебное пособие Ч.I. М: - МХТИ им. Д.И. Менделеева. - 1975. - 48 с.
8. Бояринов А.И. Моделирование и основы оптимизации химико-технологических процессов. - М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева. - 1980, - 48 с.
9. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии/ Под редакцией В.Г. Айзенштейна. М.:Университетская книга; Логос;Физматкнига, 2006. Кн. 1.912 и Кн.2. 872 с
10.Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по курсовому проектированию. Под ред. Ю. И. Дытнерского. 3-е изд., перераб. и дополн. М. «Альянс», 2007 – 496 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

http://doaj.org/
https://www.doabooks.org/
https://arxiv.org/
http://www.mdpi.com/

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);
- текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций

– Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
– Лицензионный пакет CHEMCAD – сетевая версия на 20 рабочих станций
– Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
– Почтовый мессенджер e-mail
– Мессенджер Telegram
– Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
– Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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: 08.08.2021).

– 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: 08.08.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 08.08.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://openedu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://i-exam.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

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 1 716 243 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 технологических и природных систем***» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, 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 курса. Демонстрационные материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
3	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	20	бессрочная
4	CHEMCAD Steady +CC-THERM + CC-BATCH-CC-Dynamics	Договор №2333 между Нор-Пар а.с. и Российским химико-технологический университетом	20	15.12.2020 г - 14.12.2021
5	CHEMCAD Steady +CC-THERM + CC-BATCH-CC-Dynamics	Договор №2083 между Нор-Пар а.с. и Российским химико-технологический университетом	10	25.04.2020 г - 24.04.2021

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	**Формы и методы контроля и оценки**
Раздел 1. Принципы моделирования технологических систем.	*Знает*: • принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №1 Оценка за экзамен
Раздел 2. Моделирования реакторных процессов.	*Знает*: • физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии; • методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств; • принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами. *Умеет*: • решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции; • применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств. *Владеет*:	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №1,7,8 Оценка за экзамен

	• методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических	
Раздел 3. Моделирование парожидкостных равновесий.	*Знает*: • физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии; • принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами. *Умеет*: • решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции; *Владеет*: • методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №1,2 Оценка за экзамен
Раздел 4. Моделирование процессов равновесного испарения и многокомпонентной массопередачи в процессах разделения	*Знает*: • физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем,	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №1,2,3 Оценка за экзамен

парожидкостных систем.	реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии; • методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств; • принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами. *Умеет*: • решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции; • применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств. *Владеет*: • методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических	
Раздел 5. Моделирование процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстрации в колонных аппаратах.	*Знает*: • физико-химические и химико-технологические закономерности протекания процессов изменения агрегатного состояния паро(газо)-жидкостных систем, реакторных процессов и основных процессов разделения химической технологии;	Оценки за выполненные и сданные лабораторные работы №1,2,3,4,5,6,9 Оценка за экзамен

	• методы и алгоритмы компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств; • принципы применения методологии компьютерного моделирования химико-технологических процессов при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами. *Умеет*: • решать задачи компьютерного моделирования процессов паро(газо)-жидкостных равновесий, абсорбции, дистилляции, ректификации и жидкостной экстракции; • применять полученные знания при решении практических задач компьютерного моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических производств. *Владеет*: • методами применения стандартных пакетов прикладных программ (ППП) и пакетов моделирующих программ (ПМП) для моделирования основных процессов химической технологии и технологических схем химических	

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 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 рабочей программе дисциплины
«Моделирование технологических и природных систем»
основной образовательной программы
18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационные технологии в НИОКР»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информатики и компьютерного проектирования Гартманом Т.Н.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шумаковой О.П.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***информатики и компьютерного проектирования*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Информационные технологии в НИОКР***» относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана (***Б1.О.04***). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информатики, вычислительной математики, моделирования химико-технологических процессов, физической химии, процессов и аппаратов химической технологии и общей химической технологии.

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

З**адача дисциплины**:

4. Ознакомление и изучение функциональных возможностей систем компьютерной математики на примере MATLAB для решения задач в области информационных технологий в химической промышленности;
5. Приобретение знаний и навыков работы с системой компьютерной математики MATLAB
6. Применение системы компьютерной математики MATLAB для решения некоторых типовых задач исследования и управления химико-технологическими процессами.

Дисциплина «***Информационные технологии в НИОКР***» преподается в 1 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
	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

	подхода, вырабатывать стратегию действий	
	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

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

Уметь:

- корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований;

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

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

3. 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:	**0,94**	**34**	**25,5**
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	**-**	**-**	-
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Самостоятельная работа	**2,06**	**74**	**55,5**
Контактная самостоятельная работа (*АттК из УП для зач / зач с оц.*)	*2,06*	*0,4*	*0,3*
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (*или другие виды самостоятельной работы*)		*73,6*	*55,2*
Вид итогового контроля:	**Зачет с оценкой**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов								
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**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. Основные информационные технологии и системы компьютерной математики (СКМ), используемые в научных исследованиях в химической технологии.**	***26***	***-***	***5***	***-***	***-***	***-***	***3***	***-***	***18***
2.	**Раздел 2. Методы вычислительной математики для построения моделей стационарных и нестационарных процессов химической технологии.**	***26***	***-***	***4***	***-***	***-***	***-***	***4***	***-***	***18***
3.	**Раздел 3. Методы оптимизации для обработки данных научных исследований.**	***28***	***-***	***4***	***-***	***-***	***-***	***5***	***-***	***19***
4.	**Раздел 4. Методы линейной и нелинейной регрессии для описания экспериментальных данных.**	***28***	***-***	***4***	***-***	***-***	***-***	***5***	***-***	***19***
	ИТОГО	**108**	-	17	-	-	-	17	-	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

Применение решателей MATLAB (fzero,fsolve,ode) для реализации численных методов решения систем линейных и нелинейных уравнений, а также систем дифференциальных уравнений при построении компьютерных моделей процессов с сосредоточенными и распределенными по пространству и времени параметрам. Построение моделей стационарных и нестационарных процессов на примере реакторов идеального смешения и вытеснения.

Раздел 3. Методы оптимизации для обработки данных научных исследований и определении наилучших условий протекания процессов.

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

Определение коэффициентов теплопередачи для теплообменников типа:
смешение- смешение, смешение-вытеснение, вытеснение-вытеснение (прямоток), вытеснение-вытеснение (противоток) по массиву опытных данных. Выбор квадратичного критерия рассогласования опытных данных и результатов расчетов.

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– принципы работы информационных систем и систем компьютерной математики, наиболее распространенных при проведении научных исследований в химии и химической технологии	+	+		
2	– численные методы вычислительной математики, оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, используемые в научных исследованиях в химии и химической технологии		+	+	+
3	– основные приемы применения численных методов вычислительной математики оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, для обработки данных научных исследований, в том числе с применением пакета MATLAB		+	+	+
	Уметь:				
4	– корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований	+	+	+	
5	– выбрать численный метод, а также метод оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа для обработки и математического описания результатов научных исследований		+	+	+
6	– с применением пакета MATLAB реализовать вычислительные методы обработки и описания результатов научных исследований на компьютере		+	+	+
	Владеть:				
7	– знаниями о современных информационных системах и пакетах программ, используемых в научных исследованиях в химии и химической технологии	+			
8	– навыками работы с пакетом MATLAB для решения задач обработки и описания результатов научных исследований		+	+	+
9	– методами обработки данных научных исследований с применением методов оптимизации			+	
10	– методами описания экспериментальных данных с применением методов линейной и нелинейной регрессии				+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***компетенции и индикаторы их достижения:*** ***УК-1.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3***					

	Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**				
11	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+	+
12	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)	+	+	+	+
	Код и наименование ОПК	**Код и наименование индикатора достижения ОПК**				
13	ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Не предусмотрено

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «***Информационные технологии в НИОКР***.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (максимально по 6 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	Определение температуры кипения индивидуального вещества по уравнению, аппроксимирующему зависимость давления насыщенного от температуры, и по критическим свойства по кубическому уравнению состояния SRK с применением решателей MATLAB fzero и roots	1,5
2	2	Расчет выходных данных процесса в изотермическом реакторе с мешалкой с линейной кинетической схемой реакции с применением решателя MATLAB linsolve	1,5
3	2	Расчет выходных данных процесса в изотермическом реакторе с мешалкой с нелинейной кинетической схемой реакции с применением решателя MATLAB fsolve	1,5
4	2	Расчет выходных данных процесса в изотермическом периодическом реакторе с мешалкой с применением решателя MATLAB ode45	1,5
5	2	Решение краевых задач и жестких систем дифференциальных уравнений на примере уравнений 2-го порядка и системы 3 и 4 уравнений первого порядка с применением решателя MATLAB ode23s	1,5
6	3	Определение оптимального времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой с применением решателя MATLAB с применением решателя MATLAB fminbnd	1,5
7	3	Определение оптимальной температуры в непрерывном реакторе с мешалкой с применением решателя MATLAB fminbnd	1,5
8	3	Определение оптимальной температуры и времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой с применением решателей MATLAB fminsearch и fmincon	1,5

9	2	Расчет нестационарного режима процесса в трубчатом реакторе с применением явной схемы решения дифференциальных уравнений с частными производными	2,5
10	4	Регрессионный и корреляционный анализ многофакторных экспериментальных данных и определение вида мультипликативного аппроксимирующего уравнения методом Брандона	2,5

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 сдаче ***зачета с оценкой*** 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 лабораторного практикума (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме ***зачета с оценкой*** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 10 лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 6 баллов за каждую.

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины при сдаче лабораторных работ.

1. Методы и решатели MATLAB нелинейного уравнения. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
2. Методы и решатели MATLAB системы линейных уравнений. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
3. Методы и решатели MATLAB системы нелинейных уравнений. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
4. Методы и решатели MATLAB нежесткой системы дифференциальных уравнений. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.

5. Методы и решатели MATLAB жесткой системы дифференциальных уравнений. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
6. Метод решения системы дифференциальных уравнений с частными производными. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
7. Методы и решатели MATLAB одномерной оптимизации. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
8. Методы и решатели MATLAB многомерной оптимизации. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
9. Методы и решатели MATLAB для решения задач параметрической идентификации уравнений математического описания процессов и явлений. Привести примеры из предметной области – химия и химическая технология.
10.Регрессионный и корреляционный анализ экспериментальных данных и их применение к обработке результатов многофакторного эксперимента.
11. Постановка и решение задач линейной регрессии с применением решателей MATLAB.
12 . Постановка и решение задач нелинейной регрессии с применением решателей MATLAB.

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

Билет на зачете с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Характеристика современных информационных систем и технологий, применяемых в научных исследованиях.
2. Системы компьютерной математики(СКМ) и их основные характеристики.
3. СКМ MATLAB и его функциональные возможности.
4. Постановка и решение задачи определения температуры кипения по аппроксимирующей зависимости.
5. Постановка и решение задачи определения коэффициента теплопередачи в поверхностных теплообменниках различных типов.
6. Постановка и решение задачи определение кинетических коэффициентов гомогенных жидкофазных реакций.
7. Оценочный расчет стационарного процесса в непрерывном реакторе с мешалкой.
8. Оценочный расчет стационарного процесса в непрерывном трубчатом реакторе.
9. Оценочный расчет периодических реакторов с мешалкой
10. Оценочный расчет нестационарного процесса в трубчатом реакторе.
11. Метод Брандона для обработки результатов многофакторного эксперимента и его реализация.
12. Корреляционный анализ данных и его реализация.
13. Регрессионный анализ данных и его реализация.

Фонд оценочных средств приведен 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 «***Информационные технологии в НИОКР***» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***зачета с оценкой*** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***зачета с оценкой***:

«Утверждаю» Зав. кафедры ИКП (Должность, наименование кафедры) _____ _Гартман Т.Н. (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2021 г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** **Кафедра информатики и компьютерного проектирования** **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** **Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»** **Информационные технологии в НИОКР**
Билет № 1 1. Оценочный расчет стационарного процесса в непрерывном реакторе с мешалкой. 2. СКМ MATLAB и его функциональные возможности.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. "Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

2. Голицына, О.Л. Информационные технологии: Учебник / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. - 608 с. / (главы 2-3)
3. Гвоздева, В.А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 544 с. / (глава 3)
4. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации/А.П. Карпенко.- Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. -446с. / (главы 1-2)
5.Алексеева Е.Р., Чеснокова О.В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12,MATLAB 7 ,Maple 9/ Алексеева Е.Р., Чеснокова О.В. – М. - Н.Т. Пресс, 2006. – 496 с. – (Самоучитель)
6. Введение в системы прикладной информатики химических предприятий: учеб.пособие/Под ред. д.т.н Т.Н. Гартмана.-М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева,2006 – 62 с.
7.Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов/ Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2008.- 416 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
http://doaj.org/
https://www.doabooks.org/
https://arxiv.org/
http://www.mdpi.com/

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);
- текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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: 08.08.2021).

– 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: 08.08.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 08.08.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://openedu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://i-exam.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

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 1 716 243 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 «***Информационные технологии в НИОКР***» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, 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 курса. Демонстрационные материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по

темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
3	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	20	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные информационные технологии и системы компьютерной математики (СКМ), используемые в научных исследованиях в химической технологии.	*Знает*: • принципы работы информационных систем и систем компьютерной математики, наиболее распространенных при проведении научных исследований в химии и химической технологии; *Умеет*: • корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований; *Владеет*: • знаниями о современных информационных системах и пакетах программ, используемых в научных исследованиях в химии и химической технологии;	Оценка на ***зачете с оценкой***
Раздел 2. Методы вычислительной математики для построения моделей стационарных и нестационарных процессов химической технологии.	*Знает*: • принципы работы информационных систем и систем компьютерной математики, наиболее распространенных при проведении научных исследований в химии и химической технологии; • численные методы вычислительной математики, оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, используемые в научных исследованиях в химии и химической технологии; • основные приемы применения численных методов вычислительной математики оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, для обработки данных научных исследований, в том числе с применением пакета MATLAB. *Умеет*:	Оценка за лабораторные работы №1,2,3,4,5,9 Оценка на ***зачете с оценкой***

	• корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований; • выбрать численный метод, а также метод оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа для обработки и математического описания результатов научных исследований; • с применением пакета MATLAB реализовать вычислительные методы обработки и описания результатов научных исследований на компьютере. *Владеет*: • навыками работы с пакетом MATLAB для решения задач обработки и описания результатов научных исследований.	
Раздел 3. Методы оптимизации для обработки данных научных исследований.	*Знает*: • численные методы вычислительной математики, оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, используемые в научных исследованиях в химии и химической технологии; • основные приемы применения численных методов вычислительной математики оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, для обработки данных научных исследований, в том числе с применением пакета MATLAB. *Умеет*: • корректно сформулировать задачу математической обработки результатов научных исследований; • выбрать численный метод, а также метод оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа для обработки и математического описания результатов научных исследований;	Оценка за лабораторные работы № 6,7,8 Оценка на ***зачете с оценкой***

	• с применением пакета MATLAB реализовать вычислительные методы обработки и описания результатов научных исследований на компьютере. *Владеет*: • навыками работы с пакетом MATLAB для решения задач обработки и описания результатов научных исследований. • методами обработки данных научных исследований с применением методов оптимизации	
Раздел 4. Методы линейной и нелинейной регрессии для описания экспериментальных данных.	*Знает*: • численные методы вычислительной математики, оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, используемые в научных исследованиях в химии и химической технологии; • основные приемы применения численных методов вычислительной математики оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа, для обработки данных научных исследований, в том числе с применением пакета MATLAB. *Умеет*: • выбрать численный метод, а также метод оптимизации, корреляционного и регрессионного анализа для обработки и математического описания результатов научных исследований; • с применением пакета MATLAB реализовать вычислительные методы обработки и описания результатов научных исследований на компьютере. *Владеет*: • навыками работы с пакетом MATLAB для решения задач обработки и описания результатов научных исследований.	Оценка за лабораторные работы №10 Оценка на ***зачете с оценкой***

	• методами описания экспериментальных данных с применением методов линейной и нелинейной регрессии	

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 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 рабочей программе дисциплины

«Информационные технологии в НИОКР»
основной образовательной программы
18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дополнительные главы математики»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2021 г.
Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021 г.

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. Е.Л.Гордеевой, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «30» апреля 2021 г., протокол № 7

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания предмета кафедрой высшей математики РХТУ им.Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать основы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, изучаемые в курсе «Математика» бакалавриата.

Цель дисциплины – знакомство с современными методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием средств информационных технологий на основе углублённого изучения курса математической статистики.

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

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» преподается во 2 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 приобретения следующих **универсальных компетенций и индикаторов их достижения**:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	**УК-1.1**. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации **УК-1.2.** Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке **УК-1.3.** Владеет способами структурирования последовательности работ и решения поставленных задач

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний,	**ОПК-2.2.** Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний **ОПК-2.3.** Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном

проводить их обработку и анализировать их результаты	исследовании

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

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

уметь:

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

владеть:

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр 2	
	ЗЕ	Акад. ч.	**ЗЕ**	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	**3**	**108**	**3**	**108**
Контактная работа – аудиторные занятия:	**1,42**	**51**	**1,42**	**51**
Лекции	0,45	16	0,45	16
Практические занятия (ПЗ)	0,97	35	0,97	35
Самостоятельная работа	**1,58**	**57**	**1,58**	**57**
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,4	1,58	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6		56,6
Вид контроля – Зачет с оценкой		+		+
Вид итогового контроля:			**Зачет с оценкой**	

Вид учебной работы	Всего		Семестр 2	
	ЗЕ	Астр. ч.	**ЗЕ**	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	**3**	**81**	**3**	**81**
Контактная работа – аудиторные занятия:	**1,42**	**38**	**1,42**	**38**

Лекции	0,45	12	0,45	12
Практические занятия (ПЗ)	0,97	26	0,97	26
Самостоятельная работа	**1,58**	**43**	**1,58**	**43**
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,3	1,58	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		42,7		42,7
Вид контроля – Зачет с оценкой				
Вид итогового контроля:			**Зачет с оценкой**	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	**Лекции**	**Практи-ческие занятия**	**Самостоя-тельная работа**
	Раздел 1. Основы математической статистики	**36**	**6**	**12**	**18**
1.1	Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.	9	2	3	4
1.2	Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки.	9	2	3	4
1.3	Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения. Проверка гипотез непараметрическими методами.	9	1	3	5
1.4	Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции. Оценка значимости коэффициентов корреляции.	9	1	3	5
	Раздел 2. Статистические методы анализа данных	**36**	**4**	**13**	**19**
2.1	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.	18	2	6	10

2.2	Регрессионный анализ. Построение уравнения регрессии от одного параметра.	18	2	7	9
	Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных	**36**	**6**	**10**	**20**
3.1	Понятие о методах анализа многомерных данных. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Множественная регрессия.	12	2	2	8
3.2	Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ.	12	2	4	6
3.3	Основные методы классификации: кластерный и дискриминантный анализ. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.	12	2	4	6
	Всего часов:	**108**	**16**	**35**	**57**

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы математической статистики

1.1. Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.

1.2. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.

1.3. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию χ^2– Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона.

1.4 Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

Раздел 2. Статистические метода анализа данных

2.1. Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

2.2. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных

3.1. Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ.

3.2. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа.

3.3. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации

объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен		**Разделы**		
		1	**2**	**3**
Знать:				
– основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;		+	+	+
- методы регрессионного и корреляционного анализа;		+	+	+
- основы дисперсионного анализа;		+	+	+
- методы анализа многомерных данных;		+	+	+
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных		+	+	+
Уметь:				
– анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;		+	+	+
- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач		+	+	+
Владеть:				
– базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;		+	+	+
- практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;		+	+	+
- методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***универсальные компетенции и индикаторы их достижения:***				
Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**			
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+
	УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	+
	УК-1.3. Владеет способами структурирования последовательности	+	+	+

	работ и решения поставленных задач			
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:***				
Код и наименование ОПК	**Код и наименование индикатора достижения ОПК**			
ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.2. Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний	+	+	+
	ОПК-2.3. Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	1.1	**Практическое занятие 1** Предварительная обработка экспериментальных данных. Описательная статистика	2
2.	1.2	**Практическое занятие 2** Получение статистических оценок выборки	2
3.	1.3	**Практическое занятие 3** Проверка статистических гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий	2
4.	1.4	**Практическое занятие 4** Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий согласия Пирсона, критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона	3
5.	1.5	**Практическое занятие 5** Вычисление выборочных коэффициентов корреляции Пирсона, Спирмена, Кендалла	2
6.		**Контрольная работа № 1**	**2**
7.	2.1	**Практическое занятие 6** Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ	2
8.	2.2	**Практическое занятие 7** Построение уравнения регрессии и его анализ	2
9.	2.3	**Практическое занятие 8** Анализ временных рядов	2
10.	2.4	**Практическое занятие 9** Моделирование временных рядов	2
11.		**Контрольная работа № 2**	2
12.	3.1	**Практическое занятие 10** Метод главных компонент	2

13.	3.2	**Практическое занятие 11** Факторный анализ	2
14.	3.3	**Практическое занятие 12** Методы классификации: кластерный анализ	2
15.	3.4	**Практическое занятие 13** Методы классификации: дискриминантный анализ	2
16.	3.5	**Практическое занятие 14** Статистическое управление процессом методом контрольных карт	2
17.		**Контрольная работа № 3**	**2**
ИТОГ	**35 часов**		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление с рекомендованной литературой, 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;
- выполнение домашних заданий и применение информационных технологий при выполнении домашних заданий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче ***зачета с оценкой*** (2 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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов) и итогового контроля в форме ***зачета с оценкой*** (максимальная оценка **40** баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Для выборки объёмом n =10, полученной из нормально распределённой генеральной совокупности найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность γ = 0,95:

   20,4 21,9 18,7 16,4 19,7 18,9 22,5 16,1 22,0 14,3

2. Используя χ^2– критерий, при уровне значимости α = 0,05 установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими m_i и теоретическими $m_i^{\text{теор}}$ частотами, которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.

m_i	6	12	23	31	28
$m_i^{\text{теор}}$	7	10	21	35	27

3. Проведено измерение мощности горизонта А (*y*, см) вдоль некоторой линии через 1 м (*x*):

м						
см						

Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена и оценить его значимость при уровне значимости α = 0,05.

4. Для проверки стабильности электролиза растворов хлоридов щелочных металлов определяли содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (*x*) и после (*y*) фильтра:

	0,1	5,1	0,0	,6	8,3	7,2	4,4	,3
	,6	5,6	5,5	,0	3,3	4,4	0,2	,3

При уровне значимости α = 0,05 выяснить, есть ли различие между обеими сериями анализов.

Вариант № 2

1. Для выборки объёмом n=10, полученной из нормально распределённой генеральной совокупности найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения , приняв доверительную вероятность γ = 0,95:

   1,8 6,1 10,2 5,4 6,5 2,9 9,4 1,5 4,7 3,6

2. Используя критерий χ^2 - Пирсона, при уровне значимости α = 0,05 проверить равномерность распределения, если наблюдаемые частоты для некоторого признака принимают значения:

   9, 8, 10, 15, 8.

3. Из двух партий изделий, изготовленных на одинаково настроенных станках, извлечены малые выборки. Результаты для контролируемых размеров I и II станков:

танок	2.5	2.7	2.9	3.1
n_i	2	3	4	1

станок	2.4	2.6	2.8
m_i	2	3	7

Требуется проверить гипотезу о равенстве средних размеров изделий. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально и выборки независимы (α = 0,05).

4. В таблице приводятся данные о выходе продукта (в %) без катализатора и в присутствии катализатора.

Без катализатора	80	87	92	54	93	76	63	59
С катализатором	94	96	92	5	88	70	62	90

Можно ли считать, что присутствие катализатора увеличивает выход продукта? Принять уровень значимости α=0,05.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант № 1

1. Исследовалась очистка сточных вод способом осаждения твёрдых частиц в течение определённого срока отстоя:

Срок, дни	Величина осадка, г/м^3 воды
15	8,0 8,4 9,0 8,6
20	8,2 9,0 10,0 10,0
25	11.0 13.0 12.0

Необходимо выяснить, существенно ли влияние длительности отстоя на величину осадка твёрдых частиц. Принять уровень значимости α = 0,05.

2. Исследовалось влияние на выход продукта двух видов катализаторов А, Б и трёх различных технологий получения. В таблице приведены величины выхода продукта в тоннах. Влияют ли факторы (вид катализатора и технология) на выход продукта? Принять уровень значимости α = 0,05.

Вид катализатора	Технология		
	1	2	3
А	1,3	1,5	1,7
Б	2,7	2,0	2,2

3. Получены экспериментальные данные растворимости хлорида бария в воде (y) в присутствии хлорида кальция (x) при 70^{0}С (объём выборки n = 5):

x, %	0	5	8	10	15
y, %	32	25	20	17	11

Найти уравнение линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x$ зависимости растворимости хлорида бария от содержания хлорида кальция .

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$, оценить значимость уравнения регрессии и значимость коэффициентов уравнения регрессии. Принять уровень значимости $\alpha = 0{,}05$.

x	0	1	2	3	4	5	6

y	2	7	9	13	16	18	20

Вариант № 2

1. Оценить значимость различия в производительности реакторов. Средняя производительность трёх реакторов представлена в таблице:

Реактор	Средняя производительность, т/сутки		
1	160	161	165
2	150	164	164
3	146	155	160

Принять уровень значимости α = 0,05.

2. Выход вещества (в %) при температуре 10^0C и 20^0C (фактор А) и продолжительности процесса кристаллизации 7 ч и 17 ч (фактор Б) представлен в таблице. Оценить значимость различия в выходе продукта при разной температуре и продолжительности процесса кристаллизации, а также значимость взаимного влияния температуры и продолжительности процесса на выход продукта. Принять уровень значимости α = 0,05.

T	Время	Выход, %
10^0C	7 ч	40 30 30 50
	17 ч	90 80 65 70
20^0C	7 ч	70 50 60 70
	17 ч	50 30 30 40

3. Исследовалась зависимость содержания железа (y, %) в кристаллах медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ от содержания $FeSO_4$ (x, г/л) в маточном растворе:

x	60	70	85	100	105
y	0,96	0,93	1.47	1,86	2,48

Найти уравнение линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x$ зависимости содержания железа в кристаллах от содержания $FeSO_4$ (x, г/л) в растворе.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$, оценить значимость уравнения и значимость коэффициентов. Принять уровень значимости $\alpha = 0{,}05$.

x	0	1	2	3	4	5	6
y	5	10	14	15	17	21	25

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$ по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$.

x1	3,5	7,4	2,5	3,7	5,5	8,3	6,7	1,2
x2	5,3	1,6	6,3	9,4	1,4	9,2	2,5	2,2
y	64,7	80,9	24,6	43,9	77,7	20,6	66,9	34,3

2. По выборке найдены значения главных компонент для *i*-го наблюдения f_{i1} = 0,661, f_{i2}= – 2,151 и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0{,}756 & 0{,}654 \\ 0{,}756 & 0{,}654 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей x_{i1} и x_{i2}, если выборочные оценки средних равны $\bar{x}_1$=5, $\bar{x}_2$=10, а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны s_1 = 0,072, s_2 = 0,333.

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (*x*, %) и меди (*y*, %):

x	0,15	0,3	0,1	0,2	0,04
y	1,0	0,9	0,2	0,5	0,6

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб (*X*1–перспективные и *X*2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5{,}0 & 3{,}3 \\ 4{,}6 & 3{,}4 \end{pmatrix} \qquad X2 = \begin{pmatrix} 5{,}7 & 2{,}8 \\ 6{,}1 & 3{,}0 \\ 6{,}0 & 2{,}7 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 2,5).

Вариант 2

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии $\bar{y}_x = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$ по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$.

x1	7	1	11	11	7	11	3	1
x2	26	29	56	31	52	55	71	31
y	78,5	74,3	104,3	87,6	95,9	109,2	102,7	72,5

2. По выборке найдены значения главных компонент для *i*-го наблюдения f_{i1} = – 0,484, f_{i2}= 1,053 и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0{,}791 & 0{,}611 \\ 0{,}791 & 0{,}611 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей x_{i1} и x_{i2}, если выборочные оценки средних равны $\bar{x}_1$= 0,85, $\bar{x}_2$=2,307, а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны s_1 = 0,072, s_2 = 0,093.

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание серебра (*x*, %) и меди (*y*, %):

x	0,25	0,48	0,8	0,55	0,1
y	0,3	0,65	1,4	1,52	0,5

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить

дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб (*X*1–перспективные и *X*2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5{,}0 & 1{,}4 \\ 5{,}1 & 1{,}7 \end{pmatrix} \qquad X2 = \begin{pmatrix} 6{,}5 & 4{,}6 \\ 5{,}6 & 3{,}9 \\ 5{,}7 & 4{,}5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 4,9).

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов; вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы.
2. Моделирование основных статистических распределений. Инструменты MS Excel для моделирования распределений и получения выборок.
3. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.
4. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий нормально распределённых генеральных совокупностей.
5. Проверка гипотез о математических ожиданиях двух нормально распределённых генеральных совокупностей.
6. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия χ^2– Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному и равномерному закону.
7. U-критерий Манна-Уитни: назначение, способ вычисления.
8. Т-критерий Вилкоксона: назначение, способ вычисления.
9. Сущность и цели корреляционного анализа. Понятие корреляционной связи. Вычисление ковариационной и корреляционной матриц.
10. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Проверка значимости коэффициента корреляции.
11. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Спирмена. Проверка значимости коэффициента корреляции.
12. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Кендалла. Проверка значимости коэффициента корреляции.
13. Регрессионный анализ: линейная регрессия, множественная линейная регрессия. Получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
14. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
15. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без посторенний и с повторениями.
16. Многомерные статистические методы. Метод главных компонент: назначение, основные задачи, вычисление главных компонент.
17. Алгоритм вычисления главных компонент для многомерных нормальных распределений переменных.
18. Понятие факторного анализа. Алгоритм проведения факторного анализа.

19. Понятие классификации. Линейный дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Построение линейной дискриминантной функции.
20. Классификация без обучающих выборок. Кластерный анализ. Иерархический алгоритм кластерного анализа. Построение дендрограммы.

Максимальное количество баллов за ***зачет с оценкой*** (2 семестр) – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «**Дополнительные главы математики**» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 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
	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Дополнительные главы математики

БИЛЕТ № 1

1. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
2. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия χ^2– Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному распределению.
3. Проведено 5-кратное измерение мощности горизонта А (y, см) вдоль линии через каждые 0,5 м (x):

x, м	0	0,5	1,0	1,5	2,0
y, см	5	7	6	10	9

Вычислить выборочный коэффициент корреляции Спирмена. Оценить значимость коэффициента корреляции при уровне значимости $\alpha = 0{,}05$.

4. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (x, %) и меди (y, %):

x	0,1	0,4	0,1	0,2	0,04
y	1,0	0,8	0,2	0,5	0,6

Для нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «дальнего соседа».

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Дополнительные главы математики

БИЛЕТ № 2

1. Линейная регрессия, получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
2. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
3. Определялось содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (x) и после (y) фильтра:

x	100	115	130	93	108	137	104	97
y	96	110	120	94	103	134	100	97

При уровне значимости α = 0,1 выяснить, значимо ли различие в содержании NaOH в обеих сериях анализов.

4. Имеются два набора проб ($X1$–перспективные и $X2$– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X2 = \begin{pmatrix} 4{,}6 & 1{,}5 \\ 4{,}5 & 1{,}3 \\ 5{,}1 & 1{,}6 \end{pmatrix} \qquad X1 = \begin{pmatrix} 1{,}4 & 0{,}3 \\ 1{,}7 & 0{,}5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (4,5; 0,2), если найдена несмещённая оценка суммарной ковариационной матрицы: ((0,084; 0,038), (0,038; 0,022)).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процесса / Дмитрий Письменный 5-е изд. –М., изд. Айрис-пресс, 2010 г. – 288 с. – (Высшее образование).
2. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017 г., 304 с.
3. 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).

Б) Дополнительная литература:

1. 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).
2. 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. –84 с.

9.2. 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.muctr.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.muctr.ru/, (общее число слайдов – 140);

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 1 итоговая аттестация, 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 01.01.2021 составляет 1 716 243 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.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине **«Дополнительные главы математики»** проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

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.muctr.ru и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева https://lib.muctr.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	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013	бессрочная
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • 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)

4.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	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
Раздел 1. Основы математической статистики	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владеет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка на зачете с оценкой
Раздел 2. Статистические методы анализа данных	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка на зачете с оценкой

	анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владеет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	
Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных	Знает: основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных. Умеет: анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач. Владеет: базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.	Оценка за контрольную работу № 3 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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ 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 рабочей программе дисциплины
«___**Дополнительные главы математики** ___»
основной образовательной программы

_ 1**8.04.02**_ «____**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

_____ С.Н. Филатов

« » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы процессов массообмена

Направление подготовки
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии
Квалификация **«магистр»**

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«23» июня 2021 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**

Москва 2021 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Комляшевым Р.Б.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«02» июня 2021 г., протокол № 13

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по

направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»; по магистерской программе «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии», с рекомендациями методической и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течении одного семестра.

Дисциплина «Теоретические основы процессов массообмена» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в одном семестре обучения. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по процессам и аппаратам химической технологии.

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

З**адачи дисциплины:**

– развитие понимания физической сущности явлений, лежащих в основе переноса массы в гомогенных смесях;

– изучение основных закономерностей массопереноса на базе фундаментальных законов сохранения массы и энергии;

– развитие навыков составления математических моделей массообмена в практически важных системах газ-жидкость и твердое-жидкость с одновременным протеканием химических реакций.

Дисциплина «Теоретические основы процессов массообмена» преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке. УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности. ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.
ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования,	ПК-2.1. Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов.

выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.	
ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения.	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности. ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов. ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

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

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

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

Уметь:

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

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

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

Владеть:

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

3. 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:	**2,36**	**85**	**63,75**
Лекции	0,472	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,944	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,944	34	25,5
Самостоятельная работа	**2,64**	**95**	**71,25**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,64	95	71,25
Виды 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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.
4.1 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов акад.				
		Всего	**Лекции**	**Прак. зан.**	**Лаб. рабо-ты**	СР
1.	**Раздел 1. Уравнения переноса массы. Применение уравнения неразрывности для решения диффузионных задач.**	**47**	**5**	**9**	**9**	**24**
1.1	Уравнения переноса массы.	25	3	5	5	12
1.2	Практическое применение уравнения неразрывности.	22	2	4	4	12
2.	**Раздел 2. Кинетика массообмена в системах жидкость (газ) - твердая фаза и газ(пар) -жидкость.**	**46**	**4**	**9**	**9**	**24**
2.1	Массообмен, сопровождаемый химической реакцией.	23	2	5	4	12
2.2	Массообмен в гетерогенных системах.	23	2	4	5	12
3.	**Раздел 3. Базовые модели массопереноса. Их применение для основных массообменных процессов химической технологии.**	**44**	**4**	**8**	**8**	**24**
3.1	Базовые модели массопереноса.	22	2	4	4	12
3.2	Расчет основных массообменных процессов на основании базовых моделей.	22	2	4	4	12
4.	**Раздел 4. Материальные балансы в интегральной форме. Расчёт колонных массообменных аппаратов.**	**43**	**4**	**8**	**8**	**23**
4.1	Материальные балансы.	23	2	4	4	13
4.2	Расчет колонных массообменных аппаратов.	20	2	4	4	10
	ИТОГО	**180**	**17**	**34**	**34**	**95**
	Экзамен	**36**				
	ИТОГО	**216**				

4.2. Содержание разделов дисциплины

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

1.1. Уравнения переноса массы.

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

1.2. Практическое применение уравнения неразрывности.

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

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

2.1 Массообмен, сопровождаемый химической реакцией.

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

2.2. Массообмен в гетерогенных системах.

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

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

3.1. Базовые модели массопереноса.

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

3.2. Расчет основных массообменных процессов на основании базовых моделей.

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

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

4.1. Материальные балансы.

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

4.2. Расчет колонных массобменных аппаратов.

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:					
1	Физическую сущность массообменных процессов и их применение при разделении гомогенных смесей в различных областях химической технологии.		+	+	+	+
2	Основные кинетические закономерности процессов переноса массы в системах газ-жидкость и твердое-жидкость.		+	+	+	+
3	Основные математические модели массопереноса, в том числе осложнённого гетерогенными и гомогенными химическими реакциями.		+	+	+	+
	Уметь:					
4	Использовать основные кинетические закономерности массопереноса при анализе процессов разделения гомогенных смесей.		+	+	+	+
5	Анализировать влияние на скорость массообменных процессов внешних факторов (давления, температуры, концентрации компонентов).		+	+	+	+
6	Составлять математические модели массопереноса на базе дифференциальных уравнений сохранения массы с советующими граничными условиями.		+	+	+	+
	Владеть:					
7	Методологией расчёта скорости массообменных процессов в системах газ (пар)-жидкость, твердое-жидкость.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**				
8	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке.	+	+	+	
		УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
9	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности.	+	+	+	
		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа,	+	+	+	

		интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.				
10	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.	ПК-2.1. Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов.	+	+	+	+
11	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения.	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности.	+	+	+	+
		ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов.	+	+	+	+
		ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+

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	Способы выражения концентраций, скоростей и плотностей потоков. Локальные массовые и мольные средние скорости. Определение массовых и мольных потоков. Задача Стефана – диффузия компонента через «неподвижный» слой газа. Профиль концентрации, средняя концентрация и мольная плотности потока.	2
2	1	Диффузионное сопротивление в газовой фазе на примере абсорбции. Определение мольной плотности потока в произвольном сечении абсорбционной колонны. Неизотермическое испарение жидкости из цилиндрического резервуара. Определение мольной плотности потока, скорости охлаждения жидкости и коэффициента массоотдачи.	4
3	1	Диффузное сопротивление в твёрдой фазе на примере диффузии гелия через боросиликатное стекло.	2
4	1	Метод Винкельманна: определение коэффициента диффузии паров в воздухе на основе экспериментальных данных по изменению уровня испаряющейся жидкости в трубке Стефана.	2
5	1	Изотермическое испарение капли в неподвижном газе. Определение мольной плотности потока и времени полного испарения капли.	2
6	1	иффузия газов в канале переменного сечения, определение скорости переноса компонентов газовой смеси.	2
7	2	Мгновенная и медленная реакции полимеризации на поверхности твёрдого катализатора, определение скорости полимеризации.	2
8	2	Гетерогенная каталитическая реакция в поре катализатора, определение профиля концентрации по длине поры.	2
9	2	Гетерогенная каталитическая реакции в зерне катализатора, имеющего форму параллелепипеда и форму шара. Определение профиля концентрации по толщине зерна, расчет мольной плотности потока и модуля Тиле.	2
10	3	Пенетрационная модель Хигби. Определение скорости растворения всплывающего пузырька газа.	2
11	3	Модификация Данкверца. Определение скорости растворения всплывающего пузырька газа.	2
12	3	Выщелачивание растворимого твёрдого вещества. Определение коэффициента массопереноса по критериальным уравнениям.	2
13	4	Материальный баланс при смешении многокомпонентных газовых потоков, определение расходов и концентраций.	2
14	4	Материальный баланс в нестационарном процессе на	2

		примере ёмкости для сбора метанолсодержащих сточных вод.	
15	4	Расчёт высоты колонных аппаратов через основное уравнение массопередачи и число единиц переноса.	2
16	4	Расчёт высоты колонных аппаратов через тарельчатый КПД и КПД Мерфри.	2

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия по дисциплине «Теоретические основы процессов массообмена» выполняются в соответствии с учебным планом в I семестре и занимают 34 академических часа. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины (Разделы 1, 2, 3, 4). В практикум входят 8 работ, по 4,25 часа на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ, их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Теоретические основы процессов массообмена», а также дает знания о практическом приложении теоретического материала, рассмотренного на лекциях и семинарах. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 12 баллов (максимально 1,5 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	1	Определение коэффициента диффузии паров методом Винкельманна.	4,25
2	1	Изучение процесса конвективной сушки.	4,25
3	1	Изучение массоотдачи в жидкой фазе.	4,25
4	1	Разделение растворов низкомолекулярных веществ обратным осмосом.	4,25
5	2	Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе.	4,25
6	2	Разделение бинарной смеси простой перегонкой.	4,25
7	2	Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей.	4,25
8	2	Работа колонны с переточными тарелками, гидравлическое сопротивление тарельчатой колонны.	4,25

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Учебным планом подготовки магистров по дисциплине «Теоретические основы процессов массообмена» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 23 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену). 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;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

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.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Фонд оценочных средств для контроля по освоению материала дисциплины «Теоретические основы процессов массообмена» включает в себя оценку за три контрольные работы (максимальная оценка 16 баллов за каждую работу) и баллы за лабораторные занятия (максимально 12 баллов). Итоговый контроль проводится в виде устного экзамена.

Контрольная работа №1 «Изотермическое испарение капли». Раздел 1. Максимальная оценка – 16 баллов.

Вариант контрольной работы

Капля воды, имеющая радиус 0,12 см, находится во взвешенном состоянии в воздухе.

Давление насыщенного пара воды, окружающего каплю, составляет 17 мм рт. ст. Полагают, что на некотором расстоянии от поверхности капли, равном начальному радиусу, парциальное давление пара становится равным 14 мм рт. ст. и достигает парциального давления пара в окружающем воздухе. Коэффициент диффузии паров в воздухе 0,275 см²/с.

Дополнительные условия:

– воздух не растворим в воде,

– давление и температура постоянны, давление 760 мм рт. ст., температура 25 °С,

– стационарное состояние,

– газовая фаза идеальна.

Найти:

1. Скорость испарения воды (кг/с) (5 баллов).

2. Выражение и численное значение коэффициента переноса, если движущая сила – разность мольных долей (6 баллов).

3. Время испарения капли (5 баллов).

Контрольная работа №2 «Определение коэффициента массопереноса по критериальным уравнениям». Раздел 2,3. Максимальная оценка – 16 баллов.

Вариант контрольной работы

На тонкую плоскую пластину из нафталина длиной 0,6 м и шириной 1,1 м набегает поток воздуха при давлении 1,1 бар и температуре 15 °С. Скорость набегающего потока 1,5 м/с. Коэффициент диффузии нафталина в воздухе $4{,}83 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Давление насыщенного пара нафталина 0,032 мм рт. ст. Вязкость воздуха $17{,}9 \cdot 10^{-6}$ Па·с. Определить массовый поток нафталина с поверхности пластины.

Контрольная работа №3 «Материальный баланс при смешении многокомпонентных

газовых потоков». Раздел 4. Максимальная оценка – 16 баллов.

Вариант контрольной работы

При обжиге серного колчедана получают газ, содержащий 11 % об. диоксида серы, 10 % об. кислорода и 79 % об. азота. Перед подачей в контактный аппарат, для окисления диоксида серы в триоксид серы на ванадиевом катализаторе, содержание кислорода доводят до 15,5 % об., путём добавления свежего воздуха в количестве 28850 кг/ч. Определить массовый расход газовой смеси, поступающей в контактный аппарат. Воздух считать смесью азота и кислорода с содержанием кислорода 21 % об.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.

(экзамен).

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов. Экзаменационные билеты содержат 2 теоретических вопроса и задачу.

1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины.

1. Вывод уравнения неразрывности в дифференциальной форме для одного из компонентов в двухкомпонентной смеси, его физический смысл.
2. Вывод уравнения конвективной диффузии и второго закона Фика.
3. Задача Стефана – диффузия компонента через «неподвижный» слой газа. Вывод выражения для профиля концентрации, средней концентрации и мольной плотности потока.
4. Общий случай диффузии при существовании потоков N_A и N_B. Вывод уравнения для мольной плотности потока. Частные случаи: 1) $N_B = 0$; 2) $N_A = -N_B$.
5. Диффузия от капли жидкости в неподвижном газе. Вывод уравнения скорости испарения при стационарных условиях и идеальности газовой смеси.
6. Диффузия, сопровождающаяся мгновенной гетерогенной реакцией и медленной гетерогенной реакцией в рамках пленочной модели. Вывод уравнений для мольной плотности потока.
7. Диффузия, сопровождаемая гомогенной химической реакцией. Газ А мало растворим в жидкости В. Получить выражение для скорости абсорбции и найти среднюю концентрацию абсорбируемого компонента.
8. Растворение твердого вещества в ламинарно стекающей пленке жидкости. Вещество А слаборастворимо в жидкости В.
9. Абсорбция газа в стекающей плёнке жидкости. Газ А слаборастворим в жидкости В.
10. Пленочная модель Нернста. Получить уравнения на примере любого рассмотренного процесса. Основные ограничения пленочной модели.
11. Пенетрационная модель Хигби. Приведите граничные условия, получите выражение для скорости абсорбции. Основные выводы из модели Хигби и её недостатки.
12. Получите уравнение диффузионного пограничного слоя. Диффузионные критерии подобия. Обобщённое решение модели диффузного пограничного слоя. Получите средний коэффициент массоотдачи.
13. Метод расчёта колонных массообменных аппаратов, основанный на уравнении массопередачи. Получите уравнения, связывающие высоту колонного аппарата с коэффициентами массопередачи и с общим числом единиц переноса. Частный случай слабо зависящих от концентрации коэффициентов массопередачи.
14. Частный случай расчёта массообменных аппаратов через основное уравнение массопередачи при малых концентрациях. Получите выражение для числа единиц переноса при разном наклоне рабочей и равновесной линий.
15. Частный случай расчёта массообменных аппаратов через основное уравнение массопередачи при малых концентрациях. Получите выражение для числа единиц переноса при одинаковом наклоне рабочей и равновесной линий.
16. Метод расчёта колонных массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз,

основанный на уравнении массопередачи. Получите выражение для числа единиц переноса для случая модели идеального смешения в обеих фазах.

17. Метод расчёта массообменных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз, основанный на уравнении массопередачи. Связь локальной эффективности по Мерфри с числом единиц переноса для различных случаев структуры потоков фаз.

18. Способы выражения концентраций, скоростей и плотностей потоков.

19. Локальные массовые и мольные средние скорости. Определение массовых и мольных потоков. Скорость диффузии. Коэффициенты диффузии.

20. Уравнение неразрывности для одного из компонентов в двухкомпонентной смеси, его физический смысл.

21. Соотношения между потоками J_i^* и N_i в системе из n компонентов. Первый закон Фика. Порядок коэффициентов диффузии для газов, жидкостей и твердых веществ.

22. Эквимолекулярная противодиффузия. Профиль концентраций и средняя концентрация.

23. Диффузия компонента через «неподвижный» слой газа. Профиль концентраций и средняя концентрация.

24. Диффузия от капли жидкости в неподвижном газе. Скорость испарения при стационарных условиях и идеальности газовой смеси.

25. Теория «проницания» Хигби. Основные допущения, результаты и ограничения данной модели.

26. Модификация Данквертса теории проницания Хигби. Распределение поверхностных элементов по «возрасту».

27. Модель диффузионного пограничного слоя. Основные допущения, результаты и ограничения данной модели.

28. Материальные балансы в интегральной форме. Выбор границ системы. Ограничения на потоки и составы.

29. Число степеней свободы при составлении материальных балансов. Привести пример. Определение границ системы.

30. Число независимых уравнений материального баланса при известном количестве потоков и компонентов в системе. Привести пример.

31. Число независимых компонентов. Общий алгебраический метод составления материальных балансов.

32. Методы расчёта колонных массообменных аппаратов. Основные допущения. Понятие теоретической тарелки (теоретической степени разделения). Понятие числа единиц переноса.

33. Противоточный колонный аппарат с непрерывным контактом фаз. Система уравнений материального баланса и уравнения рабочих линий.

8.3.2. Примеры тематики задач для итогового контроля освоения дисциплины.

1. Расчёт локальных скоростей при противодиффузии компонентов.

2. Задача испарения в трубке Стефана. Определение скорости испарения при известном коэффициенте диффузии.

3. Задача испарения в трубке Стефана. Определение профиля концентраций и средних значений концентраций.

4. Неизотермическое испарение жидкости из сосуда. Определение скорости охлаждения и коэффициента массоотдачи.

5. Изотермическое испарение капли. Определение скорости испарения при известном коэффициенте диффузии.

6. Абсорбция растворимого газа. Определение скорости переноса массы при известном коэффициенте диффузии, если всё сопротивление массопереносу сосредоточено в слое газа.

7. Выщелачивание растворимого твёрдого вещества. Определение коэффициента массопереноса при известном коэффициенте диффузии.

8. Мгновенная химическая реакция на плоской поверхности твёрдого катализатора. Определение мольной плотности потока при известном коэффициенте диффузии и заданном уравнении химической реакции.

9. Диффузия, сопровождаемая гомогенной химической реакцией. Определение отношения скоростей массопереноса на глубине и на поверхности.

10. Противодиффузия газов по цилиндрической трубке. Определение скорости переноса

газа между сосудами при известном коэффициенте диффузии.

11. Растворение всплывающего пузырька газа. Определение скорости растворения при известных константе Генри и коэффициенте диффузии.

12. Определение расхода в магистральном трубопроводе по концентрации добавляемого компонента.

13. Смешение многокомпонентных газовых потоков. Определение расходов и концентраций в потоках.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного экзамена. Экзамен включает в себя материал всех разделов дисциплины.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов и задачи. Первый вопрос билета предусматривает развернутый ответ студента по достаточно объемной тематике, ответ должен обязательно сопровождаться выводом; второй - краткий ответ по конкретизированной тематике.

Ответы на вопросы экзаменационного билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос и задача– максимально по 15 баллов каждый, второй вопрос – максимально 10 баллов.

Пример экзаменационного билета

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ _____ Л.В. Равичев «__» _____ 20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии *Дисциплина: Теоретические основы процессов массообмена*
	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Теоретические основы процессов массообмена

Билет № 1

1. Диффузия, сопровождаемая гомогенной химической реакцией. Газ *A* мало растворим в жидкости *B*. Получить выражение для скорости абсорбции и найти среднюю концентрацию абсорбируемого компонента.

2. Уравнение неразрывности для одного из компонентов в двухкомпонентной смеси, его физический смысл.

Задача. Пузырёк диоксида углерода диаметром 3 мм всплывает в воде со скоростью 0,28 м/с. Давление внутри пузырька 760 мм рт. ст. температура25 °С. Коэффициент диффузии диоксида углерода в воде в этих условиях составляет $1{,}8\cdot10^{-9}$ м^2/с. Константа Генри $1{,}26\cdot10^{6}$ мм рт. ст. Плотность воды принять равной 1000 кг/м^3, молярную массу воды 18 кг/кмоль, молярную массу диоксида углерода 44 кг/кмоль.

Определить количество диоксида углерода (кг), которое растворится в воде на участке подъёма, равном диаметру пузырька.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Разинов А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.
2. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии в 5-ти томах. М.: Химия, 2011. – 1230 с.
3. Равичев Л.В., Ильина С.И., Комляшев Р.Б., Носырев М.А., Сальникова Л.С., Бобылев В.Н. Задачник-тренажер по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие. - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2020. - 264 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Дмитриев Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах: учеб. пособие. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2005. – 120 с.
2. 2. Берд Р., Стюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса / Пер. с англ. Н. Н. Кулова и В. С. Крылова. М.: Химия, 1974. 688 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.chem-eng.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7;
- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 150);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

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

- 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: 16.05.2021).
- 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: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.openedu.ru (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fepo.i-exam.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

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 1 716 243 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 рабочей программе дисциплины **«Теоретические основы процессов массообмена»** проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий, самостоятельной работы.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.
Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования.

11.2. Учебно-наглядные пособия.

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

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

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

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.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

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, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и 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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Уравнения переноса массы. Применение уравнения неразрывности для решения диффузионных задач.	*Знает*: уравнение неразрывности в дифференциальной форме, уравнение конвективной диффузии, второй закон Фика, задачу Стефана. *Умеет*: определять локальные скорости, профиль концентраций, мольную плотность потока. *Владеет*: методами составления дифференциальных уравнений и постановки граничных условий для типовых задач: трубка Стефана; неизотермическое испарение из резервуара; изотермическое испарение капли; диффузия, сопровождаемая гомогенной и гетерогенной химическими реакциями.	Оценка за контрольную работу №1, Оценка за лабораторный практикум оценка за экзамен
Раздел 2. Кинетика массообмена в системах жидкость (газ) - твердая фаза и газ(пар) - жидкость	*Знает:* модели растворения и абсорбции в ламинарно стекающей плёнке. *Умеет:* определять мольную плотность потока при растворении и абсорбции в ламинарно стекающей плёнке. *Владеет:* − методами составления математических моделей элементарных актов массообмена в системах газ (пар) - жидкость; газ (жидкость) - твердая фаза	Оценка за контрольную работу №2, Оценка за лабораторный практикум оценка за экзамен
Раздел 3. Базовые модели массопереноса. Применение для основных массообменных процессов химической технологии	*Знает:* плёночную модель Нернста, пенетрационную модель Хигби, модификацию Данквертса, уравнения гидродинамического и диффузионного пограничных слоев, обобщённое решение модели диффузного пограничного слоя *Умеет:* определять мольную плотность потока и коэффициент массопереноса по критериальным уравнениям. *Владеет:* методами составления дифференциальных уравнений и постановки граничных условий для модели Хигби, моделей гидродинамического и диффузионного пограничных слоев.	Оценка за контрольную работу №2, Оценка за лабораторный практикум оценка за экзамен

Раздел 4. Материальные балансы в интегральной форме. Расчёт колонных массообменных аппаратов	*Знает:* принципы составления материальных балансов; методы расчёта колонных аппаратов; связь локальной эффективности по Мерфри с числом единиц переноса для различных случаев структуры потоков фаз. *Умеет:* определять концентрации и расходы при смешении многокомпонентных газовых потоков, строить рабочие и кинетические линии, рассчитывать высоту колонных массообменных аппаратов. *Владеет:* методами составления систем уравнений материальных балансов, методами расчёта колонных массообменных аппаратов.	Оценка за контрольную работу №3, Оценка за лабораторный практикум оценка за экзамен

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 – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

− 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
«Теоретические основы процессов массообмена»
основной образовательной программы
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии

Магистерская программа: Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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 № _____ 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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

профессором кафедры ОХТ, д.т.н., Ванчуриным В.И.

заведующим кафедрой ОХТ, д.т.н., Грунским В.Н,

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Общей химической технологии «17» мая 2021 г., протокол № 12.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 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 «***Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы***» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики и естественнонаучных дисциплин.

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

Задачи дисциплины:

- развитие понимания сущности физико-химических явлений гетерогенно-каталитических процессов,
- изучения основных кинетических закономерностей на базе фундаментальных законов действующих масс и поверхностей,
- развитие навыков составления математических моделей гетерогенно-каталитического процесса на зерне, в слое катализатора, промышленных реакторов и реакторных узлов,
- ознакомление с промышленными технологиями, номенклатурой и свойствами промышленных катализаторов,
- развитие способностей к анализу и совершенствованию технологий на примерах типовых процессов и методов расчета каталитических установок.

Дисциплина «***Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы***» преподается в ***1-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**:

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия	УК-1.1. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач

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-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

				C /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам уровень квалификации – 6)

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– основы современных теорий гетерогенного катализа, компонентно ориентироваться в основных направлениях гетерогенного катализа и способах производства катализаторов;

– основные отечественные и мировые достижения в области гетерогенного катализа;

– физико-химические закономерности современных каталитических явлений и их природу;

– методы приготовления катализаторов, области их практического применения;

– методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;

– основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления каталитических процессов.

Уметь:

– применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;

– самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов;

– самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу и добиваться научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям.

Владеть:

– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

– методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов;

– способностью и готовностью к анализу физико-химических закономерностей современных каталитических явлений;

– приёмами управления реологическими и структурно-механическими свойствами катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию.

3. 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:	**1,42**	**51**	**38**
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа	**0,58**	**21**	**16**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,58	21	16
Вид контроля:			
Экзамен	**1**	**36**	**27**
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроя	**экзамен**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	ПЗ	СР
1	**Раздел 1. Кинетика каталитических реакций. Процесс в зерне катализатора**	**34**	**10**	**18**	**6**
1.1	История развития катализа	0,5	0,5	-	-
1.2	Определение Г.К. Борескова. Примеры особенности каталитических реакций	1	1	-	-
1.3	Тенденции в развитии катализа	0,5	0,5	-	-
1.4	Основные понятия каталитической реакции. Ленгмюровская кинетика	8	2	4	2
1.5	Многомаршрутные реакции, базис маршрутов, вывод и анализ кинетических моделей	7	2	4	1
1.6	Процесс на непористом зерне катализатора	7	2	4	1
1.7	Процесс в пористом зерне катализатора, построение моделей, их решение. Модуль Тиле-Зельдовича, наблюдаемая скорость превращения и степень использования внутренней поверхности (эффективность процесса)	10	2	6	2
2	**Раздел 2. Каталитический процесс в реакторе**	**27**	**4**	**12**	**11**
2.1	Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов. Анализ процесса в слое катализатора. Изотермический процесс в неподвижном слое катализатора. Обоснование и построение модели	10	1	4	5
2.2	Неизотермический процесс в неподвижном слое катализатора – обоснование и построение моделей. Адиабатический процесс, профили температур и концентраций. Критические тепловые явления в гетерогенном процессе. Неоднозначность и гистерезис стационарных режимов	9	2	4	3
2.3	Автотермический реактор, профили температур и концентраций, неоднозначность режимов. Многослойные адиабатические реакторы, трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором, с движущимся и кипящим слоями, основные конструктивные решения	8	1	4	3
3.	**Раздел 3. Оптимизация каталитических процессов и реакторов. Основные промышленные каталитические процессы. Типы катализаторов, научные основы их приготовления**	**11**	**3**	**4**	**4**
3.1	Теоретический оптимальный режим для простых обратимых реакций. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья	6	1	4	1

3.2	Научные основы управляемого синтеза катализаторов. Классификация катализаторов. Основные показатели качества катализаторов. Реологические и структурно-механические свойства катализаторных масс. Текстурные характеристики катализатора и их влияние на активность и селективность. Оптимизация геометрических размеров и форм катализаторов	2	1	-	1
3.3	Катализ в переработке природного газа. Получение синтез-газа. Каталитические процессы глубокого и парциального гидрирования и окисления	3	1	-	2
	ИТОГО	**72**	**17**	**34**	**21**
	Экзамен	**36**			
	ИТОГО	**108**			

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Раздел 2. Каталитический процесс в реакторе.

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

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

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

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

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	основы современных теорий гетерогенного катализа, компонентно ориентироваться в основных направлениях гетерогенного катализа и способах производства катализаторов;	+		+
2	основные отечественные и мировые достижения в области гетерогенного катализа;	+		
3	физико-химические закономерности современных каталитических явлений и их природу;	+	+	
4	методы приготовления катализаторов, области их практического применения;			+
5	методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;	+	+	
6	основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления каталитических процессов.			+
Уметь:				
7	применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов;	+	+	+
8	самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов;	+	+	+
9	самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу и добиваться научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям.		+	+
Владеть:				
10	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;	+	+	+
11	методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов;	+	+	+
12	способностью и готовностью к анализу физико-химических закономерностей современных каталитических явлений;	+	+	
13	приёмами управления реологическими и структурно-механическими свойствами катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***универсальные*** и ***профессиональные*** компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование УК	**Код и наименование индикатора достижения УК**	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3

14	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия	УК-1.1. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+
15		УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	+
16		УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	+
	Код и наименование ПК	**Код и наименование индикатора достижения ПК**	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
17	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	+	+	
18		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности			+
19		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Основные понятия каталитической реакции. Ленгмюровская кинетика и механизм каталитических реакций в идеальных адсорбированных слоях с использованием уравнения изотермы Ленгмюра.	4
2	1	Многомаршрутные реакции, базис маршрутов, выход и анализ кинетических моделей. Применение закона действующих поверхностей в метода квазистационарных концентраций для вывода кинетических уравнений химических реакций. Исследование механизмов Ленгмюра-Хиншельвуда (ассоциативный механизм) и Эли-Ридила (ударный механизм). Анализ кинетических уравнений гетерогенно-каталитических реакций различного порядка.	4
3	1	Макрокинетика процесса на зерне катализатора. Процесс на непористом зерне катализатора. Режимы процесса, анализ процесса, протекающего в кинетической и диффузионных областях для зерна катализатора в форме пластинки.	4
4	1	Процесс в пористом зерне катализатора, построение моделей, их решение. Модуль Тиле-Зельдовича, наблюдаемая скорость превращения и степень использования внутренней поверхности (эффективность процесса).	6
5	2	Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов. Анализ процесса в слое катализатора. Изотермический процесс в неподвижном слое катализатора. Обоснование и построение модели.	4
6	2	Неизотремический процесс в неподвижном слое катализатора – обоснование и построение моделей. Адиабатический процесс, профили температур и концентраций. Критические тепловые явления в гетерогенном процессе. Неоднозначность и гистерезис стационарных режимов.	4
7	2	Автотермический реактор, профили температур и концентраций, неоднозначность режимов. Многослойные адиабатические реакторы, трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором, с движущимися и кипящими слоями, основные конструкционные решения.	4
8	3	Теоретический оптимальный режим для простых обратимых реакций. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья.	4

6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче ***экзамена*** 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 ***60*** 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 каждую контрольную работу составляет ***20*** баллов.

Раздел 1. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Как изменится наблюдаемая скорость процесса, отнесенная к внешней поверхности катализатора при скорости потока в 1,5 раза большей первоначальной, если химический процесс протекает на непористом катализаторе в форме проволоки диаметром 0,4 мм протекает реакция первого порядка. Константа скорости задана уравнением $k = 1{,}0\cdot10^{16}\exp\left(-\frac{125000}{RT}\right)$, $с^{-1}$. Коэффициент массообмена β равен 0,7 см/с, не зависит от температуры и значение его пропорционально линейной скорости потока $\omega^{0,5}$. Температура процесса 200 ^{0}C.
2. Какая будет при этих условиях лимитирующая стадия процесса?

Раздел 2. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Рассчитать и построить зависимости $lnK_н(\overline{T})$ и коэффициента использования внутренней поверхности зерна катализатора в форме пористой пластинки шириной 8 мм от температуры в интервале 200 – 350 ^{0}C для реакции A $\rightarrow$R с константой скорости в размерности $ч^{-1}$, определяемой уравнением Аррениуса, в котором энергия активации составляет 76 кДж/моль, а предэкспоненциальный множитель равен $3{,}7\cdot10^{10}$., коэффициент эффективной диффузии не зависит от температуры и равен 0,10 $см^2/с$.
2. Построить зависимости $lnK_н(\overline{T})$ и коэффициента использования внутренней

поверхности от температуры в интервале 200 – 350 ^{0}C. На обоих графиках обозначить области протекания процесса, если таковые имеются, и определить возможное изменение энергии активации. Рассчитать, как изменится наблюдаемая скорость процесса при температуре 250 ^{0}C, если использовать катализатор с размером зерна в два раза меньше?

Разделы 2 и 3. Пример контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за первый и второй вопрос, 4 балла за третий вопрос.

1. Определить степени превращения диоксида серы на выходе из каждого слоя катализатора в адиабатическом многослойном реакторе с кипящими слоями катализатора для процесса окисления диоксида серы. Процесс окисления диоксида описывается реакцией

$$SO_2 + 0{,}5O_2 = SO_3 + Q.$$

Исходные данные: концентрация диоксида серы равна 9 об. %, кислорода -11 об. %, остальное азот. Реактор содержит 3 слоя катализатора, температура на входе в реактор 420 ^{0}C, в 1-м слое она равна 580 ^{0}C, во втором 495 ^{0}C и 3-м – 430 ^{0}C.

2. В координатах «*T-x*» рассчитать и построить равновесную кривую и линию оптимальных температур для реакции окисления диоксида серы.

3. Как можно сопоставить режим действующего реактора с оптимальным режимом? Выберите и определите критерий сравнения.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит ***3*** вопроса. Первый вопрос – ***15*** баллов, второй вопрос – ***15*** баллов, третий вопрос – 10 баллов.

1. Катализ – определение, история развития, сущность катализа, классификация.
2. Основные направления развития катализа в настоящее время.
3. Классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Ферментативный катализ. Бифазный катализ. Фотокатализ. Мембранный катализ
4. Стадии гетерогенно-каталитической реакции.
5. Энергетический профиль каталитических процессов.
6. Стационарный и квазистационарный режимы катализатора.
7. Основные понятия каталитической реакции: элементарная стадия, механизм, маршрут, стехиометрическое число, брутто-реакция, скорость превращения и скорость реакции, порядок реакции, кинетическая модель.
8. Каталитическая активность и способы ее выражения.
9. Измерение каталитической активности.
10. Классификация катализаторов, основы их получения.
11. Адсорбционные процессы в катализе
12. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Ассоциативная и диссоциативная адсорбция**.**
13. Теория полимолеклярной адсорбции.
14. Определение текстурных характеристик катализаторов
15. Пористость. Исследование пористой структуры катализаторов.
16. Хемосорбция. Особенности протекания хемосорбции.
17. Хемосорбционные методы определения активной поверхности.
18. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Активность, селективность, выход.
19. Закон действующих поверхностей.
20. Механизм Или-Ридила.
21. Кинетика Ленгмюра-Хиншелвуда каталитических моно-и бимолекулярных реакций и их стадии. Кинетика сложных каталитических реакций.
22. Структура пористого зерна катализатора. Параметры пористой структуры.
23. Лимитирующая стадия, способы интенсификации процесса на промышленном зерне

катализатора
24. Общая скорость гетерогенного каталитического процесса, его кинетическая, внешне- и внутридиффузионная области
25. Процесс в пористом зерне катализатора форме пластинки, обоснование и построение квазигомогенной математической модели процесса в нем.
26. Решение и анализ математической модели для реакции первого порядка.
27. Модуль Зельдовича-Тиле.
28. Наблюдаемая скорость превращения и степень использования внутренней поверхности (эффективность процесса), режимы процесса (кинетический, внутридиффузионный и переходный).
29. Сопоставление показателей процессов в зернах различной геометрической формы.
30. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.
31. Реакторы с неподвижным слоем катализатора
32. Структура слоя катализатора и каталитического процесса в нём.
33. Анализ процесса в слое катализатора.
34. Изотермический процесс в неподвижном слое катализатора.
35. Обоснование и построение модели, профили концентраций (степени превращения) при протекании простой (необратимой, обратимой) и сложной реакции.
36. Влияние условий протекания процесса (скорость потока реагентов, концентраций компонентов, температуры) на показатели процесса.
37. Неизотермический процесс в неподвижном слое катализатора – обоснование и построение моделей.
38. Величина адиабатического разогрева.
39. Определение параметров теплоотвода.
40. Анализ процесса в адиабатических условиях и с теплообменом- профили температур и концентраций, влияние параметров.
41. Критические тепловые явления в гетерогенном процессе.
42. Неоднозначность и гестерезис стационарных режимов.
43. Процесс с теплообменом (в трубчатом реакторе), профили температур и концентраций для экзо- и эндотермических реакций.
44. Влияние условий протекания процесса на его показатели. Особенность процесса – наличие "горячей точки", её роль при практическом осуществлении процесса.
45. Автотермический реактор – описание процесса, профили температур и концентраций, неоднозначность режимов.
46. Многослойные адиабатические реакторы,
47. Трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором.
48. Процесс в псевдоожиженном слое катализатора и реакторы для них. Структура процесса и обоснование модели, математическое описание.
49. Реакторы с псевдоожиженным слоем катализатора - основные конструктивные решения, преимущества и недостатки, способы интенсификации. Особенности и область применения процесса
50. Оптимизация каталитических процессов и реакторов - понятие и постановка задачи.
51. Теоретический оптимальный режим - оптимальные температура для простых обратимых и необратимых каталитических реакций.
52. Линия оптимальных температур. Выбор типа реактора.
53. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья.

54. Научные основы управляемого синтеза катализаторов. Классификация катализаторов.
55. Основные показатели качества катализаторов: активность, селективность, термостабильность, механическая прочность, пористая структура, гидравлическое сопротивление и др.
56. Реологические и структурно-механические свойства катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию.
57. Текстурные характеристики катализатора и их влияние на активность и селективность.
58. Оптимизация геометрических размеров и форм катализаторов.
59. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления.
60. Основные этапы и методы приготовления катализаторов.
61. Нанесенные катализаторы.
62. Спилловер водорода. Эффект взаимодействия «металл-носитель».
63. Блочные катализаторы сотовой структуры и на основе высокопористых ячеистых материалов.
64. Катализ в переработке природного газа.
65. Каталитическая очистка природного газа от серы
66. Методы получения синтез-газа окислительной конверсией метана.
67. Синтез метанола и диметилового эфира.
68. Синтез Фишера-Тропша.
69. Каталитические процессы глубокого и парциального гидрирования и окисления.
70. Катализаторы гидрирования.
71. Гидрирование масел и гидрооблагораживание моторных топлив.
72. Синтез аммиака. Интенсификация производства синтеза аммиака
73. Катализаторы и реакторы глубокого и парциального окисления.
74. Очистка выбросов дизельных двигателей.
75. Каталитическая очистка газовых выбросов от оксидов азота.
76. Очистка выхлопных газов автотранспорта.

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 «***Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы***» проводится в ***1-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 «__» _____ 2021 г.	**Министерство науки и высшего образования РФ**
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра *Общей химической технологии*
	18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*»
	Дисциплина: *Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы*
Билет № 1 1. Основные направления развития катализа в настоящее время 2. Механизм Или-Ридила 3. Синтез Фишера-Тропша	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература
А. Основная литература

1. Ванчурин В. И., Грунский В. Н. Гетерогенно-каталитические процессы в примерах и задачах. Ч. 1: учебно-методическое пособие – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 32 с.

2. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч. 1.: Методическое пособие/ сост.: В.С. Бесков, В. И. Ванчурин, В. И. Игнатенков: – М. РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. – 83 с.

Б. Дополнительная литература

1. Б.В. Романовский. Основы катализа. М., 2012. – 154 с.

2. Чоркендорф И., Наймантсвердрайт Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 504 с

3. Бесков В. С, Флокк В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. М.: Химия, 1991. – 256 с.

4. Бесков В. С. Общая химическая технология, М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 452 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

– Журнал «Катализ в промышленности» ISSN 2070-0504

– Журнал «Кинетика и катализ» ISSN 0453-8811

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 40);

– компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 270).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

– электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);

– корпоративная электронная почта;

– https://etutorium.ru/ – LMS eTutorium;

– https://zoom.us/ – LMS Zoom.

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 1 716 243 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 «***Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы***» проводятся в форме лекций, практических занятий 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

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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Кинетика каталитических реакций. Процесс в зерне катализатора.	*Знает:* – основы современных теорий гетерогенного катализа, компонентно ориентироваться в основных направлениях гетерогенного катализа и способах производства катализаторов; – основные отечественные и мировые достижения в области гетерогенного катализа; – физико-химические закономерности современных каталитических явлений и их природу; – методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов. *Умеет:* – применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов; – самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов. *Владеет:* – способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; – методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов; – способностью и готовностью к анализу физико-химических закономерностей современных	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за экзамен

	каталитических явлений.	
Раздел 2. Каталитический процессы в реакторе	*Знает:* – физико-химические закономерности современных каталитических явлений и их природу; – методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов. *Умеет:* – применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов; – самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов; – самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу и добиваться научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям. *Владеет:* – способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; – методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов; – способностью и готовностью к анализу физико-химических закономерностей современных каталитических явлений.	Оценка за контрольную работу № 3 Оценка за экзамен
Раздел 3. Оптимизация каталитических процессов и реакторов. Основные промышленные каталитические процессы. Типы катализаторов, научные основы их	*Знает:* – основы современных теорий гетерогенного катализа, компонентно ориентироваться в основных направлениях гетерогенного катализа и способах производства катализаторов; – методы приготовления	Оценка за контрольную работу № 3 Оценка за экзамен

приготовления.	катализаторов, области их практического применения; – основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления каталитических процессов. *Умеет:* – применять методы математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов, в том числе, в масштабе промышленных реакторов; – самостоятельно ставить задачи физико-химических исследований катализаторов, выбирать обоснованные решения и методы при синтезе гетерогенных катализаторов; – самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу и добиваться научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям. *Владеет:* – способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гетерогенного катализа с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; – методами расчёта кинетических параметров и математического моделирования для описания и анализа каталитических процессов; – приёмами управления реологическими и структурно-механическими свойствами катализаторных пластических масс, позволяющих осуществлять их эффективную грануляцию.	

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 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 рабочей программе дисциплины

«*Гетерогенный катализ и промышленные каталитические процессы*»

основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

магистерская программа

«*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*»

Форма обучения: ***очная***

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.

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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

профессором кафедры ОХТ, д.т.н., Беспаловым А.В.

заведующим кафедрой ОХТ, д.т.н., Грунским В.Н,

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Золотухиным С.Е.

старшим преподавателем кафедры ОХТ, Сальниковой О.Ю.

доцентом кафедры ОХТ, к.т.н., Харитоновым Н.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Общей химической технологии «17» мая 2021 г., протокол № 12.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 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 «***Автоматизированное управление химико-технологическими системами***» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии.

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

Задачи дисциплины:

– развитие представлений о современных методах анализа статических и динамических характеристик химико-технологической системы как объекта управления;

– изучение структур и функций автоматизированных систем управления, методов и законов управления ХТС;

– овладение методами построения автоматизированных систем управления на базе современных комплексов технических средств;

– приобретение навыков и умения применять математический аппарат и современное программное обеспечения для анализа свойства химико-технологических систем с позиции управления;

– приобретение умения грамотно ставить задачи управления ХТС.

Дисциплина «***Автоматизированное управление химико-технологическими системами***» преподается во ***2-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**:

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 к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н,

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

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– особенности химико-технологических процессов и систем;

– типовые проектные решения по системам автоматизации основных химико-технологических объектов;

– принципы построения комплексов технических средств автоматизированных систем управления;

– методы управления типовыми химико-технологическими системами.

Уметь:

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

– выбирать технические средства для автоматизированного управления химико-технологическими системами;

– ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами.

Владеть:

– методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами;

– методами настройки регуляторов, построенных на основе программируемых логических контроллеров;

– пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов и SCADA-системой TRACE MODE для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления.

3. 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:	**1,42**	**51**	**38**
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,28	10	7
Лабораторные работы (ЛР)	0,67	24	18
Самостоятельная работа	**1,58**	**57**	**43**
Контактная самостоятельная работа	1,58	56,6	42,7
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		0,4	0,3
Вид контроля:			
Зачет с оценкой	+	+	+
Вид итогового контроля	**зачет с оценкой**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

			Академ. часов			
№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лек	ПЗ	ЛР	СР
1.	Раздел 1. Основные понятия автоматизированного управления химико-технологическими системами	12	2	2	2	6
2.	Раздел 2. Системы автоматического и автоматизированного управления	32	4	3	8	17
3.	Раздел 3. Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологическими системами (АСУ ХТС)	32	5	2	8	17
4.	Раздел 4. Основы проектирования АСУ ХТС	32	6	3	6	17
	ИТОГО	108	17	10	24	57
	Зачёт с оценкой	0				
	ИТОГО	108				

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

Раздел 2. Системы автоматического и автоматизированного управления.

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

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

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

Раздел 4. Основы проектирования АСУ ХТС.

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:					
1	особенности химико-технологических процессов и систем;	+	+	+	+
2	типовые проектные решения по системам автоматизации основных химико-технологических объектов;			+	+
3	принципы построения комплексов технических средств автоматизированных систем управления;			+	+
4	методы управления типовыми химико-технологическими системами.			+	+
Уметь:					
5	разрабатывать функциональные схемы автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами;			+	+
6	выбирать технические средства для автоматизированного управления химико-технологическими системами;			+	+
7	ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами.	+	+	+	+
Владеть:					
8	методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами;	+	+		+
9	методами настройки регуляторов, построенных на основе программируемых логических контроллеров;		+	+	+
10	пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов и SCADA-системой TRACE MODE для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления.				+

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
11	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	+	+	+	+
12		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+		
13		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности			+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1, 2	Динамические свойства объектов управления. Модели устойчивых (апериодических, колебательных), нейтральных и неустойчивых объектов управления.	1
2	1, 2	Определение параметров математической модели по переходной характеристике объекта управления.	1
3	2	Выбор закона регулирования, исходя из свойств объекта управления и требований к качеству управления. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.	2
4	3	Управление нелинейными объектами на примере регулирования pH.	2
5	3, 4	Управление тепловыми процессами. Пример: регулирование температуры кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника.	2
6	3, 4	Управление массообменными процессами. Пример: стратегия управления ректификационной установкой. Статические и динамические характеристики ректификационной колонны.	2

6.2 Лабораторные занятия

В практикум входит 3 работы из 8, указанных в таблице. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет ***30*** баллов (максимально по ***10*** баллов за каждую работу).

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1, 2, 3, 4.	Статические и динамические характеристики интеллектуальных промышленных датчиков.
2	1, 2, 3, 4	Определение параметров математической модели по переходной характеристике объекта управления.
3	1, 2, 3, 4	Исследование системы автоматического регулирования расхода с применением промышленных расходомеров различного типа.
4	1, 2, 3, 4.	Исследование системы автоматического регулирования уровня с применением промышленных датчиков уровня различного типа.
5	1, 2, 3, 4.	Исследование систем регулирования давления: построенных на базе ПЛК OMRON CP1E и на базе измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ-210.
6	1, 2, 3, 4	Освоить способы настройки и работы с цифровым регулятором температуры ТЕРМОДАТ 25К5 применительно к системам регулирования температуры.
7	1, 2, 3, 4	Создание системы регулирования уровня жидкости в резервуаре на базе ПЛК OMRON CP1E и SCADA-системы TRACE MODE.
8	1, 2, 3, 4.	Создание системы регулирования давления на базе измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210 и SCADA-системы TRACE MODE.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче ***зачета с оценкой*** 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 ***15*** баллов), расчетно-графической работы (максимальная оценка ***15*** баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка ***30*** баллов) и итогового контроля в форме ***зачета с оценкой*** (максимальная оценка ***40*** баллов).

8.1. Примерная тематика расчетно-графических работ

1. Особенности регулирования расхода:
- регулирование расхода жидкости между двумя аппаратами;
- регулирование расхода жидкости в трубопроводе.
2. Особенности регулирования уровня:
- в резервуаре с насосом;
- в резервуаре с свободным истечением жидкости.
3. Регулирование паро-жидкостного теплообменника
- статические характеристики;
- динамические характеристики.
4. Особенности динамических характеристик кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника.
5. Выбор систем регулирования температуры жидкости на выходе промышленных кожухотрубных паро-жидкостных теплообменников.
6. Каскадная система регулирования температуры жидкости на выходе кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника.
7. Особенности управления ректификационной установкой: статические характеристики; динамические характеристики.
8. Системы управления ректификационной установкой варианты:
одноконтурная; каскадная; комбинированная.
9. комбинированная система регулирования состава дистиллята в ректификационной колонне.
10. Регулирование состава дистиллята в дистилляционной колонне.
11. Регулирование состава кубового продукта в дистилляционной колонне.
12. Одновременное регулирование состава дистиллята и кубового продукта в дистилляционной колонне.
13. Особенности управления процессом рекуперации метанола.
14. Регулирование pH в химическом реакторе с мешалкой.
15. Комбинированная система регулирования температуры в химическом реакторе с мешалкой.
16. Каскадная система регулирования температуры в химическом реакторе с мешалкой.
17. Регулирование температуры в химическом реакторе с мешалкой с запаздыванием.
18. Регулирование уровня и давления стадии фильтрации.
19. Регулирование расхода и уровня стадии смешения.
20. Регулирование температуры в трубчатом реакторе.
21. Регулирование многосвязных объектов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено ***2*** контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет ***5*** баллов за первую и ***10*** баллов за вторую.

Раздел 4. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 5 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Рассчитать и подобрать регулирующий орган исполнительного устройства для потока газа. Характеристики газа: инертный; плотность ρ = 2,0 кг/м^3; абсолютная температура T_1 = 293 К; коэффициент, учитывающий отклонение газа от законов идеального газа, k = 1; максимальный расход газа F_{max} = 2700 м^3/ч; абсолютное давление перед регулирующим органом при максимальном расходе газа p_1 = 0,8 МПа; абсолютное давление после регулирующего органа при максимальном расходе газа p_2 = 0,38 МПа.

Раздел 4. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос.

Проанализировать и выявить основные возмущающие и управляющие воздействия при регулировании температуры на выходе кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника.

Предложить варианты систем регулирования температуры на выходе кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника и изобразить их, используя условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах по ГОСТ 21.404-85.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Билет для ***зачета с оценкой*** включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит ***3*** вопроса. Первый вопрос – ***15*** баллов, второй вопрос – ***15*** баллов, третий вопрос – 10 баллов.

1. Технико-экономический эффект управления и роль управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды.
2. Управление автоматизированное и автоматическое, объект управления, технологический объект управления, химико-технологический процесс, химико-технологическая система.
3. Экстенсивные (количественные) и интенсивные (качественные) параметры ХТС (ХТП). Возмущающие и управляющие воздействия.
4. Иерархия управления: АСУП, АСУ ТП, САР. Особенности управления химическим предприятием (АСУП) и управления технологическим процессом (ХТП).
5. Основные принципы управления: по задающему воздействию, по возмущающему воздействию, управление по отклонению, комбинированное управление.
6. Классификация систем управления: по характеру изменения задающего воздействия, по числу контуров, по числу управляемых параметров, по характеру управляющих воздействий, по энергетическим признакам, по математическому описанию.
7. Структурные схемы системы автоматического управления (АСУ).
8. Структурная схема системы автоматического регулирования (САР).
9. Качество процесса управления.
10. Переходные процессы. Типовые переходные характеристики.
11. Устойчивость. Показатели качества управления, характеризующие точность регулирования, быстродействие, колебательность переходного процесса. Интегральные показатели качества регулирования.
12. Типовые оптимальные процессы регулирования.
13. Классификация объектов управления: одномерные и многомерные объекты, односвязные и многосвязные объекты, линейные и нелинейные объекты, объекты с распределенными и сосредоточенными параметрами.

14. Объекты управления и их основные свойства: ёмкость, самовыравнивание, запаздывание.
15. Методы определения свойств объектов управления.
16. Основные законы регулирования: пропорциональный, интегральный и дифференциальный законы.
17. Законы регулирования: пропорционально-интегральный; пропорционально-дифференциальный, пропорционально-интегрально-дифференциальный.
19. Позиционное регулирование.
20. Регуляторы на основе искусственных нейронных сетей.
21. Цифровые ПИД-регуляторы.
22. Цифровые и робастные системы управления.
23. Определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.
24. Методы выбора закона регулирования, исходя из свойств объекта.
25. Назначение и основные функции АСУ ТП.
26. Разновидности АСУ ТП. Децентрализованные, централизованные и распределённые АСУ.
27.Режимы работы АСУ ТП: автоматизированные и автоматические. 28. Вычислительные комплексы, применяемые в АСУ ТП.
29. Обеспечение АСУ ТП: техническое, программное, математическое, информационное, метрологическое и т.д.
30. Надёжность функционирования АСУ ТП.
31. Взаимодействие оператора с техническими средствами АСУ ТП
32. Функции SCADA-системы. Разновидности SCADA-систем
33. Примеры систем автоматизированного управления в химической промышленности. АСУ ТП подготовка нефти.
34. Примеры систем автоматизированного управления в химической промышленности. АСУ ТП в производстве минеральных удобрений.
35. Примеры систем автоматизированного управления в химической промышленности. АСУ ТП в производстве азотной кислоты.
36. Управление нелинейными объектами на примере регулирования pH.
37. Динамические характеристики кожухотрубного паро-жидкостного теплообменника.
38. Управление ректификационной установкой.
39. Эволюция систем управления ректификационной установкой. 40. Управление процессами в трубчатом химическом реакторе
41. Основные разновидности управляющих устройств, применяемых в системах управления ХТП.
42. Принципы построения управляющих устройств: первый уровень агрегатизации – элементный, второй уровень агрегатизации – модульный, третий уровень агрегатизации – блочный.
43. Особенности использования управляющих устройств для создания одноконтурных и многоконтурных АСУ.
44. Вспомогательное оборудование.
45. Исполнительные устройства.
46. Типы и характеристики исполнительных механизмов и регулирующих органов.
47. Расчёт регулирующих органов.
48. Преобразователи, задающие устройства, усилители.
49. Стадии проектирования систем управления: разработка технического задания, эскизная разработка, разработка технического проекта.
50. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий.
51. Стандарты и условные обозначения для технологических схем.
52. Современные тенденции в развитии систем автоматизированного управления химико-технологическими процессами.

Фонд оценочных средств приведен 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 «***Автоматизированное управление химико-технологическими системами***» проводится во ***2-ом*** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***зачета с оценкой*** состоит из ***3*** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***зачета с оценкой***:

«Утверждаю» заведующий кафедрой ОХТ _____ В.Н. Грунский «__» _____ 2021 г.	**Министерство науки и высшего образования РФ**
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра *Общей химической технологии*
	18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	Магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*»
	Дисциплина: *Автоматизированное управление химико-технологическими системами*
Билет № 1 1. Комбинированная система регулирования состава дистиллята в ректификационной колонне. 2. Цифровые и робастные системы управления. 3. Основные задачи, решаемые SCADA-системами.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература
А. Основная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с. **(базовый учебник)**

2. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: иллюстративные материалы. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 76 с.

3. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И., Золотухин С.Е., Садиленко А.С., Сальникова О.Ю. Системы управления химико-технологическими процессами: лабораторный практикум. Часть 1. Система автоматического регулирования расхода. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. – 83 с.

Б. Дополнительная литература

1. Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие для вузов. М: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 307 с.

2. Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Частотные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2003. – 84 с.

3. Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Временные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2002. – 80 с.

4. Дорф Р. К., Бишоп З. Х. Современные системы управления/ Пер. с английского Б. И. Копылова. М.: Бином, 2012. – 832 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 «Современные технологии автоматизации» («СТА») ISSN 0206-975X
- Журнал «Автоматизация в промышленности» ISSN 1819-5962
- Журнал «Автоматизация. Современные технологии» ISSN 0869-4931

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 30);

– компьютерные презентации интерактивных лекций (общее число слайдов – 154).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

– электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
– корпоративная электронная почта;
– https://etutorium.ru/ – LMS eTutorium;
– https://zoom.us/ – LMS Zoom.

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 1 716 243 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 «***Автоматизированное управление химико-технологическими системами***» 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 7 рабочими местами, 7 персональными компьютерами и 7 стендами по регулированию и измерению основных технологических параметров (давление, уровень, расход, температура).

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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта
3	Trace Mode 6	ПО находится в открытом доступе	7	бессрочная
4	Microsoft WhiteBoard 3.0	ПО находится в открытом доступе	1	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные понятия автоматизированного управления химико-технологическими системами	*Знает:* - особенности химико-технологических процессов и систем. *Умеет:* - ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами. *Владеет:* - методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами.	Оценка за лабораторный практикум Оценка за зачёт с оценкой
Раздел 2. Системы автоматического и автоматизированного управления	*Знает:* - особенности химико-технологических процессов и систем. *Умеет:* - ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами. *Владеет:* - методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами; - методами настройки регуляторов, построенных на основе программируемых логических контроллеров.	Оценка за лабораторный практикум Оценка за зачёт с оценкой
Раздел 3. Основные сведения об автоматизированных системах управления химико-технологическими системами (АСУ ХТС)	*Знает:* - особенности химико-технологических процессов и систем; - типовые проектные решения по системам автоматизации основных химико-технологических объектов; - принципы построения комплексов технических средств автоматизированных систем управления; - методы управления типовыми химико-технологическими системами. *Умеет:* - разрабатывать функциональные схемы автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами: - выбирать технические средства для автоматизированного управления химико-технологическими системами: - ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами. *Владеет:* - методами настройки регуляторов,	Оценка за лабораторный практикум Оценка за зачёт с оценкой

	построенных на основе программируемых логических контроллеров.	
Раздел 4 Основы проектирования АСУ ХТС	*Знает:* - особенности химико-технологических процессов и систем; - типовые проектные решения по системам автоматизации основных химико-технологических объектов; - принципы построения комплексов технических средств автоматизированных систем управления; - методы управления типовыми химико-технологическими системами. *Умеет:* - разрабатывать функциональные схемы автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами: - выбирать технические средства для автоматизированного управления химико-технологическими системами: - ставить и решать задачи оптимального управления типовыми химико-технологическими системами. *Владеет:* - методами построения функциональных схем автоматизированного управления типовыми химико-технологическими системами; - методами настройки регуляторов, построенных на основе программируемых логических контроллеров: - пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов и SCADA-системой TRACE MODE для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за расчётно-графическую работу Оценка за лабораторный практикум Оценка за зачёт 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 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 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 рабочей программе дисциплины

«*Автоматизированное управление химико-технологическими системами*»

основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

магистерская программа

«*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*»

Форма обучения: ***очная***

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.

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

_____ С.Н. Филатов

«30» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы экономического анализа в химической инженерии

Направление подготовки
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация **магистр**

«**УТВЕРЖДАЮ**»
Проректор по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«23» июня 2021 г.

Москва 2021 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры ПАХТ Кузнецовой И.К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«02» июня 2021 г., протокол № 13

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»; по магистерской программе «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии», с рекомендациями методической и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Дисциплина «Элементы экономического анализа в химической инженерии» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана и рассчитана на изучение в одном семестре обучения.

Учебная дисциплина «Элементы экономического анализа в химической инженерии» базируется на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин профессионального цикла образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии: «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», «Основы экономики и управления производством», и аналогичных дисциплинах других направлений подготовки бакалавров.

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

З**адачи дисциплины:**

- обучение магистрантов теоретическим методам анализа эффективности работы химического оборудования на основе экономических критериев;
- расширение представлений магистрантов об экономических аспектах процессов и аппаратов химической технологии;
- обучение теоретическим знаниям и практическим навыкам использования современных моделей расчета стоимости новых химических производств;
- обучение экономическим основам технического проектирования и создания новых технологических схем с использованием экономических оценок при принятии решений на каждом этапе проектирования.

Дисциплина «Элементы экономического анализа в химической инженерии» преподается во II семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке. УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности.

повышения показателей энерго- и ресурсосбережения.	ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов. ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

– основы применения техно-экономической оптимизации при разработке конструкций отдельного оборудования;

– приемы для создания оптимальных сочетаний различного оборудования непрерывных и периодических химических производств на основе экономических критериев;

– методы оценки стоимости проектирования новых химических производств;

– методологию разработки новых технологических схем химических производств, сопровождаемых анализом экономической эффективности;

– основные экономические показатели эффективности инвестиционных проектов химических производств.

Уметь:

– применять техно-экономический анализ для расчета и подбора оптимальных конструкций типового оборудования химических производств;

– применять экономические оценки в задачах проектирования установок и отдельных химических производств;

– рассчитывать стоимость оборудования в инвестиционных проектах на основе стоимостных индексов, учитывающих время выпуска продукции, ее производительность, размеры, мощность, материал и рабочие условия проведения процесса;

– проводить расчеты экономических показателей инвестиционных проектов химических производств.

Владеть:

– навыками использования элементов математического анализа для расчета оптимального варианта конструкции аппарата или сочетаний различного оборудования при компоновке технологической схемы химического производства;

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

3. 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:	**1,42**	**51**	**38,25**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	**2,57**	**92,6**	**69,45**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,57	92,6	69,45
Виды контроля:			
Зачет с оценкой	**0,01**	**0,4**	**0,3**
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,4	0,3
Вид итогового контроля:	**Зачет с оценкой**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения.

№ п/п	Раздел дисциплины	Акад. часов			
		Всего	**Лекции**	**Прак. зан.**	**СР**
5.	**здел 1.** Применение элементов математического анализа для техно-экономической оптимизации основного химического оборудования.	54	7	17	30
6.	**Раздел 2.** Оценка стоимости проектных предложений по маркетинговым и производственным критериям.	26	3	5	18
7.	**Раздел 3.** Процедура создания новых технологических схем на базе техно-экономического подхода. Расчет затрат на новые производства на основе созданных технологических схем.	30	4	6	20
8.	**здел 4.** Применение элементов финансового анализа при проектировании нового производства.	33,6	3	6	24,6
	ИТОГО	**143,6**	**17**	**34**	**92,6**
	Зачет с оценкой	**0,4**			
	ИТОГО	**144**			

4.2. Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:					
1	− основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;		+	+	+	+
2	− методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.		+	+	+	
	Уметь:					
3	− определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;		+	+	+	+
4	− рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.			+	+	+
	Владеть:					
5	− методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;		+	+	+	+
6	− навыками проектирования типовых аппаратов химической промышленности;		+	+	+	+
7	− методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	**Код и наименование индикатора достижения ПК**				
8	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1. Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.	+	+	+	+
		УК-1.2. Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке.	+	+	+	+
		УК-1.3. Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач.	+	+	+	+
9	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения.	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности.	+	+	+	+

		ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов.	+	+	+	+
		ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

6.1. Практические занятия.

Учебным планом по дисциплине «Элементы экономического анализа в химической инженерии» предусмотрено проведение практических занятий в объёме 34 часа. Практические занятия охватывают все разделы дисциплины, проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, на формирование способности применять теоретические знания на практике.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Элементы математического анализа, применяемые при техно-экономической оптимизации. Технические параметры и экономические критерии. Расчет оптимальной производительности.	3
2	1	Однопараметрическая задача техно-экономического анализа. Расчет оптимального диаметра трубопровода или оптимальной толщины изоляции.	3
3	1	Периодические процессы. Расчет оптимального времени работы периодических аппаратов.	2
4	1	Полунепрерывные процессы. Расчет оптимального времени работы выпарных установок, соответствующего минимуму затрат или максимальной прибыли.	2
5	1	Многопараметрическая задача техно-экономического анализа. Расчет конструкции теплообменника.	3
6		счет узла на примере выпарного аппарата с тепловым насосом.	3
7		Расчет узла на примере ректификационной установки.	2
8		Контрольная работа по материалу раздела 1.	2
9	2	Расчет стоимости проекта на основе стоимости оборудования химического производства и коэффициентов, учитывающие время выпуска оборудования, его мощность, материалы для изготовления, рабочие условия. (3 часа)	2
10	3	Оценка возможности разработки нового проекта производства на основе экономических оценок (по стоимости сырья и продуктов). Расчет на примере реакций получения винилхлорида.	2
11	3	Оценка стоимости нового проекта и расчет себестоимости продукции на примерах различных производств.	4
12	4	Применение финансовых критериев для оценки эффективности проектов.	4
13	4	Дополнительные критерии для оценки эффективности проектов. Риски при проектировании.	2

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия по дисциплине «Элементы экономического анализа в химической инженерии» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Рабочей программой дисциплины «Элементы экономического анализа в химической

инженерии» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 56,8 ч. 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;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой.

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.

Фонд оценочных средств для контроля по освоению материала дисциплины «Элементы экономического анализа в химической инженерии» включает в себя оценку работы студентов на семинарах (максимальная оценка 20 баллов), контрольную работу (максимальная оценка 40 баллов за работу). Итоговый контроль проводится в виде устного экзамена.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Контрольная работа включает 1 задачу по теоретическому и практическому материалу, изложенному в Разделе 1.

Максимальная оценка – 40 баллов. Первый вопрос оценивается в 2 балла, второй – 10 баллов, третий – 15 баллов, четвертый – 8 баллов, пятый – 5 баллов.

Вариант контрольной работы

В каталитический реактор для получения ацетона подается 50 кг/день изопропанола. Стоимость исходного сырья 6 рублей/кг. Стоимость обслуживания реактора и затраты на энергию составляют 2000рублей /день. Стоимость выгрузки, промывки реактора и загрузки регенерированного катализатора 10000 рублей/цикл. Общезаводские расходы в год равны 0,7 млн рублей/год.

Активность катализатора в процессе получения ацетона уменьшается, выход ацетона соответствует следующей зависимости: $m = 0{,}8\ t^{0{,}5}$, где m-отношение массового расхода ацетона к массовому расходу изопропанола, кг ац/кг изоп, t - время работы катализатора в цикле, дней.

Цена продукта (ацетона) 600 рублей/кг.

Реактор работает 310 дней в год.

1. Что является параметром и критерием оптимизации в Вашем расчете?
2. Приведите функцию для расчета годового дохода.
3. Аналитически определите время цикла при условии максимального годового дохода.
4. Графически определите значение максимальной валовой прибыли.
5. Приведите на графике значение параметра оптимизации, соответствующее пункту 4. Сравните 2 оптимума (по графику и полученный аналитически).
   (В случае отсутствия аналитического решения (п.3) определите время цикла только из п. 4)

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

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины.

1. Исходная информация для проектирования. Критерии сравнения проектов по техническим, экономическим и др. параметрам.
2. Основные стадии химического производства на примере процесса получения этилена из этана. Примеры снижения затрат на производство, в частности, комбинированием дистилляции и мембранного разделения смеси этилен-этан на стадии сепарации.
3. Этапы создания технологической схемы химического производства. Сбор исходной информация о химических реакциях (термодинамике и кинетике процессов, свойствах веществ); стоимости и доступности сырья, стоимости продуктов, состояние рынка сбыта, требования к оборудованию, наличие и стоимость его, вопросы лицензирования. Анализ различных химических реакций получения продукта.
4. Оценка экономической эффективности процесса путем сравнения стоимости продукта и сырья. Основные принципы создания диаграммы процессов. Разработка технологической схемы на основе анализа условий протекания процессов, требований к основным и побочным продуктам отдельных стадий, оценка методов разделения и правил практического проведения процессов, создание диаграммы операций. Создание технологической схемы химического производства в соответствии с возможностями технологического оборудования Оценка капитальных и эксплуатационных затрат новой схемы производства. Расчет себестоимости новой продукции. Экономическая оценка нового производства.
5. Методы оценок стоимости химических производств. Капитальные и эксплуатационные затраты. Расчет стоимости оборудования с учетом инфляции. Коэффициенты масштабирования. Типы оценок капитальных затрат в зависимости от точности оценок. Стоимость процесса оценивания. «Быстрая» оценка стоимости оборудования. Методы оценок с учетом множителей (факторов). Метод Лэнга. Прямые оценки капитальных затрат.
6. Статьи расходов капитальных инвестиций. Основные статьи в структуре себестоимости химической продукции.
7. Инвестиционный проект: основные характеристики Экономическая, техническая, экологическая, социальная, военная эффективность проектов. Время начала и окончания проекта. Источники финансирования проектов. Прибыль. Амортизационные отчисления. Налоги. Диаграмма движения денежных потоков в течении существования инновационного процесса. Ликвидационная стоимость.
8. Элементы теории процентов. Основной принцип стоимости денег во времени Простые сложные проценты. Наращивание и дисконтирование. Норма прибыли. Скорость возврата инвестиций. Настоящее и будущее значение денежных потоков. Учет инфляции.
9. Основные критерии эффективности инвестиционных проектов. Чистое современное значение. Метод дисконтированного периода окупаемости. Внутренняя норма прибыльности. Типичные денежные потоки. Влияние инфляции на оценку эффективности инвестиций. Сравнение методов.
10. Неопределенность и риск при создании инвестиционного проекта. Какие основные виды рисков присущи инвестиционному проекту. Метод анализа чувствительности. Метод анализа сценариев.
11. Решение однопараметрической задачи (графическое и аналитическое).
12. Стоимость изоляции трубопровода, определение оптимального объема выпуска продукции, определение оптимальной производительности при минимальной себестоимости продукции, определение оптимальной производительности при максимальной прибыли в единицу времени.
13. Решение 2-х и более параметрической задачи (графическое и аналитическое)
14. Расчет оптимальной конструкции кожухотрубного теплообменник на основании функции минимальных затрат, включающей эксплуатационные затраты на перекачивание теплоносителей и расходы на вспомогательный теплоноситель. Графический метод: расчет оптимальной по гидродинамическим и теплообменным характеристикам конструкции теплообменника. Сравнение двух методов.
15. Оптимизация периодических процессов. Определение времени цикла, соответствующей минимальной стоимости продукта, максимальной прибыли. Расчет точки нулевой прибыли.

16. Расчет времени непрерывной работы полунепрерывного процесса (на примере тепловых процессов). Определение количества тепла за один цикл, времени цикла, соответствующему максимальному количеству переданного тепла или минимальным экономическим затратам.
17. Расчет стоимости массообменных аппаратов.

- колонные аппараты (влияние типов процессов, контактных элементов, дополнительного оборудования);
- узлы технологических схем (выпаривание с тепловым насосом, выпаривание с мембранными процессами);
- реактора (периодического, непрерывного и полунепрерывного действия).

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

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного зачета с оценкой. Зачет с оценкой включает в себя материал всех разделов дисциплины.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** – 40 баллов. Зачет с оценкой по дисциплине включает контрольные задания по разделам учебной программы дисциплины. Билет включает 4 теоретических задания различного уровня сложности, оцениваемых в зависимости от уровня сложности и 1 практическое задание по одному из теоретических вопросов.

Пример билета для зачета с оценкой

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ _____ Л.В. Равичев «__» _____ 20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** **Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии** *Дисциплина: ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ХИМИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ* **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Билет № 1

1. Расчет стоимости оборудования на основе стоимостных коэффициентов. Что такое коэффициент масштабирования? Приведите примеры. (6 баллов)

2. Назовите основные этапы создания технологической схемы. Как используется диаграмма сырье-продукт для экономической оценки нового проекта? Насколько точна данная оценка? Какова процедура построения данной диаграммы? (10 баллов)

3. Приведите любой метод оценки стоимости инвестиционного проекта на стадии предпроектирования (точность 30-50 %). (7 баллов)

4. Какие основные виды рисков присущи инвестиционному проекту. Качественный и количественные подходы к анализу рисков в процессе инвестиционного проектирования. (7 баллов)

рактическое задание. Планируется покупка некого приспособления стоимостью 180000 рублей, которое должно обеспечить ежегодный денежный поток в размере 70000 рублей. Остаточная стоимость на конец 3 года эксплуатации составит 12000 рублей. Руководство согласно на инвестиции, если они приводят к отдаче хотя бы 10 % в год. Следует ли принять это предложение? Сделайте вывод на основе DPB, NPV, IRR. (10 баллов)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Дворецкий С.И., Дворецкий Д.С., Кормильцин Г.С., Пахомов А.А. Основы проектирования химических производств. – Москва: Издательский дом «Спектр», 2014. – 356 с.

2. Peters M.S., Timmerhaus K.D., West R.E. Plant design and economics for chemical engineers. – N.Y.: Mc Graw – Hill, Inc., 2003. – 988 p.

Б) Дополнительная литература:

1. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляц С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. Учебное пособие. – М., Дело, 2004. – 888 с.

2. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов. – М., Академкнига, 2006. – 416 с.

3. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов – М.: Химия, 1991. – 368 с.

4. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1992. 432 с.

5. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – М.: Химия, 1999. – 472 с.

6. Дьяконов С. Г., Елизаров В. В., Елизаров В. И. Теоретические основы проектирования промышленных аппаратов химической технологии на базе сопряженного физического и математического моделирования. Казань, КГТУ. 2009.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.chem-eng.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Электронные конспекты отдельных лекций, теоретические положения и примеры заданий. Указанные информационно-образовательные ресурсы размещены на сайте кафедры ПАХТ (www.chem-eng.ru).

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

- 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: 16.05.2021).
- 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: 16.05.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.openedu.ru (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fepo.i-exam.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

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 1 716 243 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 форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения практических занятий и лекций, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

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

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с

выходом в Интернет.

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.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

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, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и 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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Применение элементов математического анализа для техно-экономической оптимизации основного химического оборудования.	**Знает:** основы применения техно-экономической оптимизации при разработке конструкций отдельного оборудования. **Умеет:** применять техно-экономический анализ для расчета и подбора оптимальных конструкций типового оборудования химических производств. **Владеет:** навыками использования элементов математического анализа для расчета оптимального варианта	Оценка за работу на семинарах Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за зачет с оценкой

	конструкции аппарата или сочетаний различного оборудования при компоновке технологической схемы химического производства.	
Раздел 2. Оценка стоимости проектных предложений по маркетинговым и производственным критериям.	**Знает:** основные части проекта химического производства; основные этапы технологического проектирования. **Умеет:** применять экономические оценки в задачах проектирования установок и отдельных химических производств. **Владеет**: знаниями по структуре затрат на производства и статьям затрат в расчете себестоимости.	Оценка за работу на семинарах Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Процедура создания новых технологических схем на базе техно-экономического подхода. Расчет затрат на новые производства на основе созданных технологических схем.	**Знает:** методологию разработки новых технологических схем химических производств, сопровождаемых анализом экономической эффективности. **Уметь:** разрабатывать новые технологические схемы на базе техно-экономического подхода. **Владеет**: знаниями по структуре затрат на новые производства и статьям затрат в расчете себестоимости.	Оценка за работу на семинарах Оценка за зачет с оценкой
Раздел 4. Применение элементов финансового анализа при проектировании нового производства.	**Знает:** основные экономические показатели эффективности инвестиционных проектов химических производств **Умеет**: проводить расчеты экономических показателей инвестиционных проектов химических производств. **Владеет**: знаниями по структуре затрат на новые производства и статьям затрат в расчете себестоимости.	Оценка за работу на семинарах Оценка за зачет 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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- 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 «Элементы экономического анализа в химической инженерии»

основной образовательной программы
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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 № _____ 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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Мембранные процессы разделения в промышленности»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой мембранной технологии Г.Г. Каграманов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
« 19 » мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***мембранной технологии*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Мембранные процессы разделения в промышленности***» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин по выбору дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области мембранных и традиционных процессов разделения смесей.

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

Задачи дисциплины – научить студентов разрабатывать современные, конкурентоспособные технологии для очистки и разделения газовых и жидких сред различного происхождения; использовать метод технико-экономической оптимизации процессов мембранного разделения.

Дисциплина «***Мембранные процессы разделения в промышленности***» преподается в 3 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
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-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	- Химическое, химико-технологическое производство	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
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	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств **ПК-4.2** Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии **ПК-4.3** Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и	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

документации	конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **ПК-5.2** умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения **ПК-5.3** владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

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

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

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

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

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

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

Уметь:

– Выбирать технологическую схему системы очистки;

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

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

– Подбирать вспомогательное оборудования, трубопровод, арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей .

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

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

Владеть:

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

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

3. 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:	**2,36**	**85**	**63,75**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
Самостоятельная работа	**2,64**	**95**	**71,25**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	*2,64*	*95*	*71,25*
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	**Лек-ции**	**Прак. зан.**	**Сам. рабо-та**
9.	Синтез технологических схем комплексных систем очистки (КСО) жидких и газовых смесей на основе мембранных процессов.	***35***	*4*	*17*	*23*
10.	Анализ вариантов комплексных систем подготовки чистых технологических сред на основе жидкофазных мембранных процессов	***35***	*4*	*17*	*24*
11.	Анализ вариантов комплексных систем очистки промышленных сточных вод на основе жидкофазных мембранных процессов	***39***	*5*	*17*	*24*
12.	Анализ вариантов комплексных систем подготовки чистых технологических сред на основе газофазных мембранных процессов	***35***	*4*	*17*	*24*
	ИТОГО	**180**	**17**	**68**	**95**
	Экзамен	**36**			
	ИТОГО	**216**	**17**	**68**	**95**

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Системы подготовки особо чистых технологических сред для медицины и фармацевтики:

Методы внепочечного очищения крови, основанные на применении мембранных процессов: диализ, пъезодиализ, ультрадиффузия, гемофильтрация (плазмоферез), гемодиафильтрация.

Особенности технологии и аппаратурного оформления. Аппарат искусственной почки.

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

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

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

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

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

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

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

Очистка сточных вод.

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

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

Системы очистки и регенерация сточных вод фармацевтических предприятий.

Нормативные требования к качеству сточных вод. Особенности технологии и аппаратурного оформления.

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

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

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

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

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

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

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

Система очистки низко активных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) на основе мембранных процессов. Разработка технологии и аппаратурное оформление двухступенчатой обратноосмотической установки, обеспечивающей рекуперацию около 97% деминерализованной воды и концентрирование примерно в 40 раз радиоактивных загрязнений.

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

Системы осушки и очистки природного и попутного нефтяного газов от серосодержащих соединений и CO_2 на основе мембранных и сорбционных процессов.

Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей.

Особенности технологии и аппаратурного оформления

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

Нормативные требования к составу подготовленных газовых смесей.

Особенности технологии и аппаратурного оформления

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

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать: ***(перечень из п.2)***				
1	– Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и другие литературные источники;	+	+	+	+
2	– Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей;	+	+	+	+
3	– Технологические и конструктивные приемы, направленные на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей.	+	+	+	+
4	– Типы и конструктивные особенности современного основного и вспомогательного оборудования, применяемого на стадиях очистки;		+	+	+
5	– Метод технико-экономической оптимизации процессов с учетом вариантов энергообеспечения на основе традиционных и возобновляемых энергоресурсов ;		+		+
6	– Типовые технологические схемы комплексных систем очистки жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности.	+	+	+	+
	Уметь: ***(перечень из п.2)***				
7	– Выбирать технологическую схему системы очистки;	+	+	+	+
8	– Выбирать основное оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки;	+	+	+	+
9	– рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов;	+	+	+	+
10	– Выбирать основное оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки.	+	+	+	+
11	– Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей .	+	+	+	+
12	– Производить расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат.	+	+	+	+
	Владеть: ***(перечень из п.2)***				
13	– Экспериментальными методами исследования:		+	+	+

14	– Дефектоскопии, характеристик пористости, задерживающей способности (селективности) и удельной производительности мембран,		+			+
15	– Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***профессиональные*** ***компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)***						
	Код и наименование ПК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения ПК (*перечень из п.2*)**				
16	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+
17	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности		+	+	+
		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+			
		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности		+	+	+
18	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	+			
		ПК-4.2 Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии		+	+	+

		ПК-4.3 Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	+			
19	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	+	+	+	+
		ПК-5.2 умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения	+			
		ПК-5.3 владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности		+	+	+

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	Практическое занятие 1. . Синтез технологических схем комплексных систем очистки (КСО) жидких и газовых смесей на основе мембранных процессов.	3
2	1	Практическое занятие 2. Алгоритм синтеза, начальные и конечные состояния очищаемых сред на отдельных стадиях очистки и концентрирования.	3
3	1	Практическое занятие 3. Требования к качеству очистки, нормативная документация отражающая специфику сфер применения	3
4	1	Практическое занятие 4. Обоснование выбора методов очистки жидких и газовых смесей и их последовательности	3
5	1	Практическое занятие 5. Обоснование доли отбора целевого продукта в ступени мембранного разделения в зависимости от начального и конечного состояний разделяемой смеси.	3
6	1	Практическое занятие 6. Обеспечение требований по п.5. за счет структурной организации (секция, ступень, каскад) стадии мембранного разделения.	3
7	2	Практическое занятие 1. Синтез технологических схем комплексных систем водоподготовки для пищевой промышленности на основе мембранных процессов.	3
8	2	Практическое занятие 2. Синтез технологических схем систем опреснения морской воды.	3
9	2	Практическое занятие 3. Расчет себестоимости опреснённой воды на основе обратного осмоса и многостадийной флеш-дистилляции	3
10	2	Практическое занятие 4. Синтез технологических схем комплексных систем водоподготовки для Фармацевтики и микроэлектроники.	3
11	2	Практическое занятие 5. Расчет энергопотребления многоступенчатого дистиллятора, используемого на финиш-ной стадии подготовки воды для инъекций.	3
12	2	Практическое занятие 6. Расчет энергопотребления многоступенчатого дистиллятора, используемого на финишной стадии подготовки воды для инъекций.	3
13	2	Практическое занятие 7. Расчет оборудования и режимов эксплуатации систем хранения и распределения воды для инъекций.	3
14	3	Практическое занятие 1. Расчет и подбор блока	3

		питания системы электродеионизации, используемой в системах подготовки особо чистой воды для микроэлектроники.	
15	3	Практическое занятие 2. Синтез технологической схемы очистки ливневых сточных вод. Подбор и расчет габаритов оборудования.	3
16	3	Практическое занятие 3. Синтез технологической схемы очистки производственных сточных вод на примере фармацевтического предприятия. Обоснование стадий очистки. Подбор и расчет габаритов оборудования.	3
17	3	Практическое занятие 4. Синтез технологической схемы биологической очистки производственных сточных вод фармацевтического предприятия с использованием мембранного биореактора. Обоснование стадий очистки. Подбор и расчет габаритов оборудования	4
18	4	Практическое занятие 1. Расчет объема резервуара для приема ливневых сточных вод с территории предприятия в зависимости от площади твердых покрытий и кровли.	4
19	4	Практическое занятие 2. Синтез технологической схемы биологической очистки производственных сточных вод фармацевтического предприятия с использованием мембранного биореактора. Обоснование стадий очистки. Подбор и расчет габаритов оборудования.	4
20	4	Практическое занятие 3. Анализ вариантов комплексных систем подготовки чистых технологических сред на основе газофазных мембранных процессов	4
21	4	Практическое занятие 4. Анализ вариантов комплексных систем очистки промышленных сточных вод на основе жидкофазных мембранных процессов	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «***Мембранные процессы разделения в промышленности***» Учебным планом не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «***Мембранные процессы разделения в промышленности»*** предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 59 часов в 3 семестре. 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 контрольных 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, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение семинаров, конференций различного уровня по применению мембранных процессов для решения производственных и экологических проблем;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена 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 60 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 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 1 (3 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Силы, обуславливающие адсорбцию.
2. Назовите составляющие общей энергии взаимодействия при адсорбции
3. Распределение сил над плоской поверхностью и в порах адсорбента.
4. Виды пор в адсорбентах.
5. Механизмы адсорбции в микро-, мезо- и макропорах

Вопрос 1.2.

1. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства активного оксида алюминия
2. Структура цеолитов и их адсорбционные свойства. Молекулярно-ситовые свойства, ионообменные свойства. Первичные и вторичные поры.
3. Основные уравнения для внешнедиффузионной кинетики. Коэффициент внешней массоотдачи.
4. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.
5. Продольнодиффузионный массоперенос. Расчет эффективного коэффициента продольной массоотдачи по Тодесу-Биксону.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Классификация адсорбционных процессов по назначению.
2. Классификация адсорбционных процессов по способу контакта адсорбционного слоя и очищаемого потока.
3. Методы регенерации адсорбентов. Достоинства и недостатки каждого из методов.
4. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбентов.
5. Области и условия применения адсорбционных процессов с однократно используемым адсорбентом

Вопрос 2.2.

1. Типы процессов с многократным использованием адсорбента.
2. Дайте определения регенерации и реактивации. Назовите разграничения между ними по значению $ПВ_c$.
3. Термическая регенерация адсорбента. Достоинства и недостатки метода.
4. Снижение давления в системе, как метод регенерации адсорбента. Достоинства и недостатки метода.

Вытеснительная десорбция, как метод регенерации адсорбента. В каких случаях целесообразно использование этого метода регенерации адсорбента?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр - экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.
1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Области применения процессов с термопродувочной регенецией.
2. Углеродные адсорбенты: области применения в технологии неорганических веществ.
3. Применение силикагелей в технологии неорганических веществ.
4. Активный оксид алюминия и алюмогели в технологии неорганических веществ. Приведите примеры использования.
5. Природные и синтетические цеолиты в неорганической технологии. Приведите примеры использования.
6. Абсолютное и относительное влагосодержание газов: определения и единицы измерения.
7. Адсорбенты, применяемые в процессах осушки газов.
8. Технологические свойства промышленных адсорбентов-осушителей.
9. Изменения концентрации газа и активности адсорбента в начальной стадии процесса осушки (процесс с термопродувочной регенерацией адсорбента). Имитация циклов процесса по изотерме адсорбции.
10. Степень осушки. От чего зависит степень осушки газа в процессе TSA?

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

8.4. Структура и примеры билетов для ***экзамена*** (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «***Мембранные процессы разделения в промышленности***» проводится в 3 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» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ _____	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра мембранной технологии

(Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г.	**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** **Магистерская программа –** **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**
	Мембранные процессы разделения в промышленности

Билет № 1

1. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента.
2. Соотношения между концентрационным и температурным фронтами в динамике адиабатической адсорбции.
3. Достоинства и ограничения применения адсорбционных методов в процессах очистки газов от соединений серы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кочаров Р.Г., Каграманов Г.Г. Расчет установок мембранного разделения жидких смесей. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и доп. - РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. - 188 с.
2. Кочаров Р.Г. Теоретические основы обратного осмоса. Электронное учебное пособие (сайт www.membrane.msk.ru) - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. - 143 с.
3. Каграманов Г.Г. Диффузионные мембранные процессы. Теоретические основы. М., издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007, 44с.
4. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию. – М., ДеЛи принт., 2007, - 207с.
5. .

Б. Дополнительная литература

1. Дытнерский Ю. И., Брыков В. П., Каграманов Г. Г. Мембранные процессы разделения жидких смесей -М., Химия, 1991. - 272 с.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. - М., Мир, 1999. - 513 с.
3. Николаев Н. Диффузия в мембранах. - М., Химия, 1980. - 232 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 «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710
- Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439
- Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.membrane.msk.ru
- http://www.sciencedirect.com
- https://ru.espacenet.com/
- https://www.elsevier.com/

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 1 716 243 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 «***Мембранные процессы разделения в промышленности***» проводятся в форме лекционных, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Если необходима наглядная демонстрация каких-либо материалов, то для семинарских занятий используются электронные средства демонстрации, имеющиеся на кафедре: компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, наглядные образцы мембран, модулей на их основе и оборудования.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:

учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;

учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;

электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents 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 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Строение заряженных межфазных границ	*Знает:* - Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и другие литературные источники; - Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине к методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей; - Технологические и конструктивные приемы, направленные на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей. - Типовые технологические схемы комплексных систем очистки жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности. *Умеет:* - -нормативных требований к качеству продукта , обусловленных сферой применения, обосновать: - технологическую схему системы очистки; - выбор основного оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки; - рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов; - подбор вспомогательного оборудования , трубопровод , арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей .	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен

	- Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей . - Произвести расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат. *Владеет:* - Дефектоскопии, характеристик пористости, задерживающей способности (селективности) и удельной производительности мембран, - Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.	
Раздел 2. Основы массопереноса в электрохимических системах	*Знает:* - Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и другие литературные источники; - Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей; - Технологические и конструктивные приемы, направленные на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей. - Типы и конструктивные особенности современного основного и вспомогательного оборудования, применяемого на стадиях очистки; - Метод технико-экономической оптимизации процессов с учетом вариантов энергообеспечения на основе традиционных и возобновляемых энергоресурсов ; - Типовые технологические схемы комплексных систем очистки	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен

	жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности. *Умеет*: - выбирать технологическую схему системы очистки; - выбирать основное оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки; - рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов; - подбирать вспомогательноое оборудования , трубопровод , арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей . - Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей . - Производить расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат. *Владеет*: - Экспериментальными методами исследования: - Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.	
Раздел 3. Основы электрохимической кинетики и электрокатализа	*Знает:* - Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные статьи, GMP и другие литературные источники; - Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей; - Технологические и конструктивные приемы, направленные	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен

	на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей. - Типы и конструктивные особенности современного основного и вспомогательного оборудования, применяемого на стадиях очистки; - Типовые технологические схемы комплексных систем очистки жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности. *Умеет*: - выбирать технологическую схему системы очистки; - выбирать основнон оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки; - рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов; - подбирать вспомогательное оборудования , трубопровод , арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей . - Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей . - Производить расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат. *Владеет*: - Экспериментальными методами исследования: - Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.	
Раздел 4. Современные представления о переносе заряда в конденсированных средах	*Знает:* - Специфические требования к качеству очистки жидких и газовых смесей в различных отраслях промышленности и свободно оперировать полным перечнем современных нормативных требований (ГОСТы, ОСТы, Фармакопейные	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен

	статьи, GMP и другие литературные источники; - Особенности применения изученных ранее в дисциплине «Технология воды» и в данной дисциплине методологических приемов при разработке технологического расчета комплексных систем очистки жидких и газовых смесей; - Технологические и конструктивные приемы, направленные на расширение пределов осуществления процессов очистки, с целью повышения качества очистки целевых продуктов и достижения высоких концентраций утилизируемых вредных примесей. - Типы и конструктивные особенности современного основного и вспомогательного оборудования, применяемого на стадиях очистки; - Метод технико-экономической оптимизации процессов с учетом вариантов энергообеспечения на основе традиционных и возобновляемых энергоресурсов ; - Типовые технологические схемы комплексных систем очистки жидких и газовых смесей, применяемых в различных отраслях промышленности. *Умеет*: - выбирать технологическую схему системы очистки; - выбирать основное оборудования, качество его исполнения, а также выбор и фильтровальных материалов для каждой стадии очистки; - рассчитать габариты оборудования, объемы загрузок зернистых фильтровальных материалов, а также требуемое количество фильтрующих (объемных) или мембранных элементов; - подбирать вспомогательное оборудования , трубопровод , арматуры, КиП и системы управления процессом очистки жидких и газовых смесей . - Использовать методы исследования и определения параметров процессов разделения жидких и газовых смесей . - Производить расчет себестоимости очищенных жидких и газовых смесей на основании капитальных и эксплуатационных затрат.	

	Владеет: - Экспериментальными методами исследования: - Дефектоскопии, характеристик пористости, задерживающей способности (селективности) и удельной производительности мембран, - Методами технологического расчета и технико-экономического анализа отдельных процессов и комплексных систем очистки жидких и газовых смесей для различных отраслей промышленности.	

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 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 рабочей программе дисциплины

«Мембранные процессы разделения в промышленности»

основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информатики и компьютерного проектирования Гартманом Т.Н.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Советиным Ф.С.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***информатики и компьютерного проектирования*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» относится к вариативной части дисциплин учебного плана (***Б1.В.ДВ.01.02***). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии.

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

З**адача дисциплины**:

7. Ознакомление и изучение функциональных возможностей пакета моделирующих программ CHEMCAD и способов интеграции его с системой компьютерной математики MATLAB для решения задач исследования и управления в химической технологии
8. Приобретение навыков и знаний по методике работы с пакетом моделирующих программ CHEMCAD и системой компьютерной математики MATLAB, а также их интеграции.
9. Решение практических задач моделирования и оптимизации химико-технологических процессов с применением пакета моделирующих программ CHEMCAD и системы компьютерной математики MATLAB

Дисциплина «***Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» преподается в 3 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:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК

	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	*ПК-2.1* Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов
	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	*ПК-3.1* Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности *ПК-3.2* Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов *ПК-3.3* Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности
	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии *ПК-4.3* Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности
	ПК-5. Способен к участию в научных исследованиях и разработке проектов энерго-, ресурсосберегающих и экологически безопасных производств	ПК-5.1 Знает научные основы функционирования производств обработки поверхности, функционирования процессов нейтрализации стоков, принципы подбора основного и вспомогательного оборудования в зависимости от условий эксплуатации технологических процессов ПК-5.2 Умеет проводить технологические расчеты по проектам, технико-экономической эффективности проекта, осуществлять выбор оборудования и технологической оснастки химических производств, составлять технологические схемы процессов обработки поверхности; выбирать основное и вспомогательное оборудования для каждой стадии технологического процесса обработки поверхности; разрабатывать технологические схемы нейтрализации стоков в зависимости от решений, принятых при компоновке основного производства обработки поверхности

		ПК-5.3 Владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD;
- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов;
- способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем;
- принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР).

Уметь:

- применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии;
- рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии
- рассчитывать технологические схемы химических производств, в том числе и с обратными (рециклическими) материальными и тепловыми потоками;
- решать задачи оптимизации процессов химической технологии.

Владеть:

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

3. 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:	**2,36**	**85**	**63,75**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	**2,64**	**95**	**71,25**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	*2,64*	*95*	*71,25*
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов								
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**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**
0.	Введение.	**5**		**1**		**2**				**2**
1.	Раздел 1. Определение термодинамических и физико-химических свойств для проведения технологических расчетов.	**33**	**-**	**2**	**-**	**13**	**-**	**-**	**-**	**18**
2.	Раздел 2. Расчет процессов в химических реакторах.	**34**	**-**	**3**	**-**	**13**	**-**	**-**	**-**	**18**
3.	Раздел 3. Расчет процессов разделения в паро(газо)-жидкостных системах.	**34**	**-**	**3**	**-**	**13**	**-**	**-**	**-**	**18**
4.	Раздел 4. Расчет процессов в теплообменниках.	**34**	**-**	**3**	**-**	**13**	**-**	**-**	**-**	**18**
5.	Раздел 5. Расчетные исследования и оптимизация технологий химических производств.	**35**	**-**	**4**	**-**	**13**	**-**	**-**	**-**	**18**
6.	Заключение.	**5**	**-**	**1**	**-**	**1**	**-**	**-**	**-**	**3**
	Подготовка к экзамену	**0,4**	**-**		**-**		**-**	**-**	**-**	
	Экзамен	**35,6**	-		-		-	-	-	
	ИТОГО	**216**	-	**17**	-	**68**	-	-	-	**95**

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

Тема 4. Расчет кинетических параметров и тепловых эффектов гомогенных и гетерогенных химических превращений. Расчет констант равновесия и кинетических констант гомогенных и гетерогенных химических реакций, а также определение их зависимостей от температур, давлений и составов фаз. Уравнения Аррениуса и Ленгмюра-Хиншельвуда; методы определения их коэффициентов для реакций в жикой и паровой фазах. Приближенный расчет химического превращения методом минимизации энергии Гиббса.

Раздел 2. Расчет процессов в химических реакторах.

Тема 5. Расчет реакторных процессов с учетом конверсии ключевых реагентов. Определение ключевых реагентов химических реакций. Расчет результатов химического превращения для одной суммарной реакции и для многостадийной реакции. Определение равновесных условий химических превращений и учет степени не достижения химического равновесия.

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

Тема 7. Расчет реакторных процессов с учетом данных о константах скоростей отдельных стадий химических превращений. Расчет реакторных процессов процессов для гомогенных и гетерогенных многостадийных химических реакций. Стандартный и собственный вариант задания стехиометрической схемы протекания многостадийной

химической реакции. Зависимость Зависимости для определения констант скоростей реакций и их параметрическая идентификация. Определение реакционного объема в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах. Расчет реакторных процессов с рубашкой.

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

Тема 8. Расчет процессов в испарителях и конденсаторах многокомпонентных смесей. Расчет фазового равновесия жидкость-пар и жидкость-жидкость-пар в многокомпонентных смесях с учетом неидеальности паровой и жидкой фаз. Решение задачи параметрической идентификации для определения констант уравнений для расчета коэффициентов активности в многокомпонентных жидких системах при фазовой равновесии. Расчет параметров парожидкостных систем (доли паровой фазы, составов жидкой и паровой фаз) при различных температурах и давлениях Выбор моделей учета неидеальности жидкой и паровой фаз для расчета испарителей и конденсаторов многокомпонентных смесей.

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

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

Раздел 4. Расчет процессов в теплообменниках.

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

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

Раздел 5. Расчетные исследования и оптимизация технологий химических производств.

Тема 13. Гидравлический расчет трубопроводных систем в технологических схемах. Паралелльно-модульный одновременный гидравлический расчет произвольных схем трубопроводный систем с определением давлений и расходов потоков в технологической схеме химических производств. Совместное решение системы уравнений математического описания процессов в трубопроводных системах. Определение числа степеней свободы системы уравнений математического описания и задание исходных данных для оценочных расчетов технологий с трубопроводами, фитингами и арматурой.

Тема 14. Расчет энерго-ресурсосберегающих рециклических (обратных) материальных и тепловых потоков технологических схем химических производств. Последовательно-модульный расчет процессов в аппаратах технологических схем химических производств. Алгоритмы методов простых итераций,

Вегстейна и главных собственных значений для расчета производств с рециклическими потоками. Примеры расчета технологий с процессами нефтепреработки с псевдокомпонентами нефтяных фракций, с растворами электролитов – неорганическими веществами, и с органическими системами, в том числе с водой.

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

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

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	– методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD	+	+	+	+	+
2	– численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах технологических расчетов химико-технологических процессов;	+	+	+	+	+
3	– способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем	+	+	+	+	+
4	– принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР)	+	+	+	+	+
	Уметь:					
5	– применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии	+	+	+	+	+
6	– рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии		+	+	+	
7	– рассчитывать технологические схемы химических проихводств, в том числе и с обратными (рециклическими) материальными и тепловыми потоками					+
8	– решать задачи оптимизации процессов химической технологии		+	+	+	+
	Владеть:					
9	– методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***компетенции и индикаторы их достижения:*** *ПК-2.1; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*							
	Код и наименование ПК	**Код и наименование индикатора достижения ПК**					
10	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	*ПК-2.1* Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов	+	+	+	+	+

11	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	*ПК-3.1* Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности *ПК-3.2* Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов *ПК-3.3* Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+

12	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии *ПК-4.3* Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+

11	ПК-5. Способен к участию в научных исследованиях и разработке проектов энерго-, ресурсосберегающих и экологически безопасных производств	ПК-5.1 Знает научные основы функционирования производств обработки поверхности, функционирования процессов нейтрализации стоков, принципы подбора основного и вспомогательного оборудования в зависимости от условий эксплуатации технологических процессов ПК-5.2 Умеет проводить технологические расчеты по проектам, технико-экономической эффективности проекта, осуществлять выбор оборудования и технологической оснастки химических производств, составлять технологические схемы процессов обработки поверхности; выбирать основное и вспомогательное оборудования для каждой стадии технологического процесса обработки	+	+	+	+	+

		поверхности; разрабатывать технологические схемы нейтрализации стоков в зависимости от решений, принятых при компоновке основного производства обработки поверхности *ПК-5.3* Владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности					

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 68 акад. ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Определение свойств-констант и свойств-зависимостей для индивидуальных веществ на основании обработки экспериментальных данных. Приближенные методы определения свойств индивидуальных веществ при отсутствии экспериментальных данных.	3
2	Раздел 1	Расчёт свойств многокомпонентных смесей.	5
3	Раздел 1	Расчет кинетических параметров и тепловых эффектов гомогенных и гетерогенных химических превращений. Расчет констант равновесия и кинетических констант гомогенных и гетерогенных химических реакций, а также определение их зависимостей от температур, давлений и составов фаз.	5
4	Раздел 2	Моделирование реакторных процессов с учетом конверсии ключевых реагентов.	5
5	Раздел 2	Моделирование реакторных процессов на основе данных о константах равновесия химических реакций.	5
6	Раздел 2	Моделирование реакторных процессов с учетом данных о константах скоростей отдельных стадий химических превращений.	5
7	Раздел 3	Моделирование процессов в испарителях и конденсаторах многокомпонентных смесей. Расчет фазового равновесия жидкость-пар и жидкость-жидкость-пар в многокомпонентных смесях с учетом неидеальности паровой и жидкой фаз. Решение задачи параметрической идентификации для определения констант уравнений для расчета коэффициентов активности в многокомпонентных жидких системах при фазовом равновесии.	5
8	Раздел 3	Моделирование процессов абсорбции и ректификации в тарельчатых и насадочных колоннах. Расчет фазового равновесия газ-жидкость и пар-жидкость с использованием уравнений состояния при различных давлениях. Приближенный оценочный и проектный расчет ректификации на основе выбора ключевых разделяемых смесей. Расчет процессов физической абсорбции и ректификации с использованием концепции теоретической тарелки. Эмпирический учет эффективности контактных устройств колонных аппаратов. Определение диаметров и высот колонн, а также	5

		перепада давлений.	
9	Раздел 3	Расчет процессов жидкофазной экстракции в колонных аппаратах. Моделирование фазового равновесия жидкость-жидкость.	5
10	Раздел 4	Оценочный (балансовый) расчет теплообменников.	5
11	Раздел 4	Конструкционный (проектный) расчет теплообменников.	5
12	Раздел 4	Гидравлический расчет трубопроводных систем в технологических схемах.	5
13	Раздел 5	Расчет технологических схем химических производств с большим числом рециклических (обратных) материальных и тепловых потоков. Основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.	5
14	Раздел 5	Определение оптимальных параметров технологических процессов. Выбор эффективных алгоритмов оптимизации энерго- и ресурсосберегающих технологий.	5

6.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрено

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 сдаче ***экзамена*** и 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 практикума (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме ***экзамена*** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 14 практических работ. Максимальная оценка за практические работы составляет 4-5 баллов за каждую.

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины при сдаче практических работ.

1. САПР. Структура САПР. Назначение САПР. Использование САПР для разработки проектов химических производств.
2. Расчетные модули CHEMCAD, используемые для моделирования типовых химико-технологических процессов.
3. Моделирование процесса парожидкостного равновесия.
4. Моделирование испарителей и конденсаторов.
5. Моделирование стационарного процесса химического превращения в непрерывном реакторе с мешалкой
6. Моделирование стационарного процесса химического превращения в трубчатых реакторах.
7. Моделирование стационарного процесса разделения многокомпонентной смеси в колонне ректификации.
8. Моделирование стационарного процесса абсорбции многокомпонентной смеси.
9. Моделирование стационарного процесса разделения в экстракционном аппарате колонного типа.
10. Моделирование технологических схем химических производств в том числе с рециклическими (обратными потоками).

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 20 баллов, вопрос 3 – 20 баллов.

1. Характеристики САПР (в том числе пакета CHEMCAD) для моделирования химических производств с целью подготовки исходных данных для проектирования.
2. Применение пакета MATLAB для моделирования некоторых химико-технологических процессов с целью интеграции этих моделей в модели химических производств, реализованные в пакете CHEMCAD.
3. Моделирование фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентных системах с использованием пакета CHEMCAD.
4. Моделирование фазового равновесия жидкость-жидкость-пар в многокомпонентных системах с использованием пакета CHEMCAD.
5. Моделирование процесса равновесного испарения и конденсации в многокомпонентных системах с использованием пакета CHEMCAD.
6. Моделирование многокомпонентной массопередачи в процессах абсорбции и ректификации с использованием пакета CHEMCAD.
7. Матричный подход к моделированию кинетики химических превращений и его реализация с применением пакета CHEMCAD
8. Решение прямых и обратных задач при компьютерном моделировании про-цессов в реакторах с мешалкой с использованием пакетов MATLAB и CHEMCAD.
9. Решение прямых и обратных задач при компьютерном моделировании процессов в трубчатых реакторах с использованием пакетов MATLAB и CHEMCAD.
10. Модель процесса непрерывной ректификации.

11. Модель процесса непрерывной абсорбции.
12. Модель процесса непрерывной жидкостной экстракции.
13. Моделирование технологических схем химических производств.

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 «***Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводится в 3 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» Зав. кафедры ИКП (Должность, наименование кафедры) _____ _Гартман Т.Н. (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2021 г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра информатики и компьютерного проектирования
	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **Магистерская программа –** **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**
	Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии

Билет № 1

1. Этапы разработки, усовершенствования, модернизации и диверсификации технологий в химической и смежных отраслях промышленности, а также разработки проектов химических производств.
2. Выполнить проектный расчёт теплообменника-подогревателя. Исходные данные:
а) 1-ый поток: t= 100 ^{0}C; p= 2 бар; G= 10000кг/ч компонент – серная кислота. $t^{кон}$= 70 ^{0}C
б) 2-ой поток: t= 20 ^{0}C; p= 3 бар; G= 5000кг/ч компонент – вода.
3. Рассчитать схему ректификационной установки непрерывного действия для разделения трёхкомпонентной смеси при следующих исходных данных:
а) Производительность установки по исходной смеси (температура 20 ^{0}C) – 10000 кг/ч и состав входного потока: *н*-бутан – 20 % масс., метиловый спирт – 40 % масс., фенетол – 40 % масс..
б) Состав дистиллята 1-ой колонны: *н*-бутан – 32,90 % масс., метиловый спирт – 65,78 % масс., фенетол – 1,33 % масс..
в) Состав кубового остатка 1-ой колонны: фенетол – 99,97 % масс., метиловый спирт – 0,03 % масс.
г) Состав дистиллята 2-ой колонны: *н*-бутан – 98,26 % масс., метиловый спирт – 1,24 %
д) Состав кубового остатка 2-ой колонны: *н*-бутан – 0,85 % масс., метиловый спирт – 97,17 % масс., фенетол – 1,98 % масс..
Также необходимо провести проектные расчёты колонн.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.

Б. Дополнительная литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов. – М: ИКЦ «Академкнига», 2008. – 416 с.

2. Моделирование гидравлических и теплообменных процессовс применением пакета MATLAB: учебное пособие/ Под редакцией Т.Н. Гартмана. _-М. РХТУ им. Д.И. Менделеева,2011. – 150 с.

3. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по курсовому проектированию. *Под ред. Ю. И. Дытнерского.* 3-е изд., перераб. и дополн. М. «Альянс», 2007 – 496 с.

4. CHEMCAD 6 / USER GUIDE–.: Houston, TEXAS 2011. – 670 с.

5. Гартман Т.Н., Клушин Д. В., Советин Ф. С., Соломатин А. С., Проскуро Е. А. Применение симулятора CHEMCAD для гидравлических расчётов трубопроводных систем. Учебное пособие / под редакцией Гартмана Т. Н. - М. РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2012 – 221 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

http://doaj.org/
https://www.doabooks.org/
https://arxiv.org/
http://www.mdpi.com/

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);
- текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Лицензионный пакет CHEMCAD – сетевая версия на 20 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Мессенджер Telegram
- Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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: 08.08.2021).

– 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: 08.08.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 08.08.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://openedu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://i-exam.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

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 1 716 243 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 «***Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения практических работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, 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 курса. Демонстрационные материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на

	• Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath		ES № V6775907	обновлённую версию продукта)
2	MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual	Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017	10	бессрочная
3	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	20	бессрочная
4	CHEMCAD Steady +CC-THERM + CC-BATCH-CC-Dynamics	Договор №2333 между Нор-Пар а.с. и Российским химико-технологический университетом	20	15.12.2020 г - 14.12.2021
5	CHEMCAD Steady +CC-THERM + CC-BATCH-CC-Dynamics	Договор №2083 между Нор-Пар а.с. и Российским химико-технологический университетом	10	25.04.2020 г - 24.04.2021

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Определение термодинамических и физико-химических свойств для проведения технологических расчетов.	***Знает:*** - методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD; - численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов; - способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем; - принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР). ***Умеет:*** - применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии; ***Владеет:*** - методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №1,2,3 Оценка за экзамен
Раздел 2. Расчет процессов в химических реакторах.	***Знает:*** - методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD; - численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов; - способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем;	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №4,5,6 Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	- принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР). ***Умеет:*** - применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии; - рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии - решать задачи оптимизации процессов химической технологии. ***Владеет:*** - методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	
Раздел 3. Расчет процессов разделения в паро(газо)-жидкостных системах.	***Знает:*** - методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD; - численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов; - способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем; - принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР). ***Умеет:*** - применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии; - рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии - решать задачи оптимизации процессов химической технологии.	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №7,8,9 Оценка за экзамен

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	Владеет: - методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	
Раздел 4. Расчет процессов в теплообменниках.	***Знает:*** - методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD; - численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов; - способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем; - принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР). ***Умеет:*** - применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии; - рассчитывать режимные, технологические и конструкционные параметры процессов в аппаратах химической технологии - решать задачи оптимизации процессов химической технологии. ***Владеет:*** - методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №10,11,12 Оценка за экзамен.
Раздел 5. Расчетные исследования и оптимизация технологий	***Знает:*** - методы технологических расчетов химико-технологических процессов с применением пакетов MATLAB и CHEMCAD;	Оценки за выполненную и сданную практическую работу №13,14

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
химических производств.	- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах численных алгоритмов расчетов химико-технологических процессов; - способы применения пакетов MATLAB и CHEMCAD для технологических расчетов химико-технологических процессов при решении задач научных исследований, а также задач технологического проектирования химико-технологических систем; - принципы применения методик технологических расчетов при автоматизированном проектировании (САПР). ***Умеет:*** - применять полученные знания при решении профессиональных задач проведения технологических расчетов процессов химической технологии; - рассчитывать технологические схемы химических производств, в том числе и с обратными (рециклическими) материальными и тепловыми потоками; - решать задачи оптимизации процессов химической технологии. ***Владеет:*** - методами применения пакета MATLAB и пакета CHEMCAD для проведения технологических расчетов и оптимизации процессов химической технологии, а также синтеза химико-технологических систем и подготовки исходных данных для проектирования.	Оценка за экзамен

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 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 рабочей программе дисциплины
«Технологические расчёты в САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»
основной образовательной программы
18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«СОВРЕМЕННЫЕ СОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

профессором кафедры ОХТ, д.т.н., Гаспаряном М.Д.

заведующим кафедрой ОХТ, д.т.н., Грунским В.Н,

ассистентом кафедры ОХТ, Дубко А.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Общей химической технологии «17» мая 2021 г., протокол № 12.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 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 «***Современные сорбционно-каталитические процессы***» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики и естественнонаучных дисциплин.

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

Задача дисциплины – изучение кинетики адсорбционных и гетерогенных каталитических процессов, выявление факторов, влияющих на основные параметры повышения эффективности производства путем применения новых адсорбционных и каталитических систем, расширение области знаний, связанной с адсорбционными и каталитическими технологиями, с развитием рынка и тенденциями в синтезе новых адсорбентов и катализаторов, ознакомление с промышленными технологиями, номенклатурой и свойствами промышленных адсорбентов и катализаторов, развитие способностей к анализу и совершенствованию технологий на примерах типовых процессов и методов расчета адсорбционных и каталитических установок.

Дисциплина «***Современные сорбционно-каталитические процессы***» преподается в ***3-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**:

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-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1. Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция

				С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

				С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	ПК-4.1 Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным
			ПК-4.2 Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии	
			ПК-4.3 Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	

				задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-5. Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	ПК-5.1 знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)
			ПК-5.2 умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения	
			ПК-5.3 владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– физико-химические закономерности современных адсорбционных и каталитических явлений и их природу;

– характеристики промышленных адсорбентов и катализаторов;

– математические модели сорбционных и каталитических процессов;

– основные методы исследования современных сорбционных процессов и каталитических систем;

– примеры применения адсорбционно-каталитических технологий для очистки газов и жидкостей;

– основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления адсорбционных и каталитических процессов.

Уметь:

– использовать методы исследования и определения технологических параметров адсорбционно-каталитических процессов;

– использовать технические средства управления современными сорбционными процессами и каталитическими системами с использованием различных форм энергии;

– применять методы математического моделирования для описания и анализа сорбционных и каталитических процессов.

Владеть:

– способностью к постановке и формулированию задач научных исследований на основе результатов анализа научно-технической информации;

– методами организации и расчёта систем оптимального управления высокоэффективными энерго- и ресурсосберегающими современными сорбционными процессами и каталитическими системами;

– методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.

3. 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:	**2,36**	**85**	**64**
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа	**2,64**	**95**	**95**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,64	95	95
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	ПЗ	СР
1	**Раздел 1. Введение. Физико-химические основы адсорбционно-каталитических процессов**	**86**	**7**	**34**	**45**
2	**Раздел 2. Технология и расчёт адсорбционно-каталитических процессов**	**94**	**10**	**34**	**50**
	ИТОГО	**180**	**17**	**68**	**95**
	Экзамен	**36**			
	ИТОГО	**216**			

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

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

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

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

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

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

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

Раздел 2. Технология и расчет адсорбционно–каталитических процессов.

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

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

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

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

2.5. Структура и основные характеристики зернистого слоя катализатора и сорбента. Сопоставление показателей процессов в зернах различной геометрической формы. Оптимальные

размеры и форма зёрен катализатора и сорбента. Динамика газовых потоков в зернистом слое. Неоднородность потоков, ее влияние на характеристики процесса Анализ процессов при протекании реакций с различными кинетическими моделями, оценка эффективности процесса в диффузионной области. Гидравлические режимы движения реагентов. Критерий Рейнольдса. Расчет гидравлического сопротивления.

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

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

2.8. Роль сорбционно-каталитических процессов в решении экологических проблем. Сорбционно-каталитические процессы в системах жизнеобеспечения в замкнутых обитаемых объектах. Современные сорбционно–каталитические технологии локализации газообразных радионуклидов в процессах обращения с радиоактивными отходами. Сорбционно-каталитическая очистка от вредных газов: CO, C_xH_Y, NO_X, SO_2 и др. Очистка природного газа от серосодержащих соединений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
Знать:			
1	физико-химические закономерности современных адсорбционных и каталитических явлений и их природу;	+	
2	характеристики промышленных адсорбентов и катализаторов;		+
3	математические модели сорбционных и каталитических процессов;	+	
4	основные методы исследования современных сорбционных процессов и каталитических систем;	+	+
5	примеры применения адсорбционно-каталитических технологий для очистки газов и жидкостей;		+
6	основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления адсорбционных и каталитических процессов.		+
Уметь:			
7	использовать методы исследования и определения технологических параметров адсорбционно-каталитических процессов;	+	+
8	использовать технические средства управления современными сорбционными процессами и каталитическими системами с использованием различных форм энергии;		+
9	применять методы математического моделирования для описания и анализа сорбционных и каталитических процессов.	+	+
Владеть:			
10	способностью к постановке и формулированию задач научных исследований на основе результатов анализа научно-технической информации;	+	+
11	методами организации и расчёта систем оптимального управления высокоэффективными энерго- и ресурсосберегающими современными сорбционными процессами и каталитическими системами;		+
12	методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.	+	+

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
13	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1. Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+
14	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности	+	
15		ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+
16		ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+
17	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	ПК-4.1. Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	+	
18		ПК-4.2. Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии		+

19		ПК-4.3. Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	+	+
20	ПК-5. Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	ПК-5.1. знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	+	
21		ПК-5.2 . умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения		+
22		ПК-5.3. владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Адсорбционные силы. Адсорбенты, их строение, свойства и технология получения. Адсорбционное равновесие. Основные теории адсорбции. Расчет текстурных характеристик адсорбентов и величин адсорбции с использованием современных теоретических подходов	6
2	1	Кинетика адсорбции. Изотермическая и адиабатическая модели динамики неравновесной адсорбции и десорбции	6
3	1	Обзор новых видов адсорбентов. Физическая адсорбция. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса. Адсорбция на неоднородной поверхности. Химическая адсорбция	7
4	1	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Стационарный и квазистационарный режимы катализа	7
5	1	Диффузионная кинетика. Каталитические реакции в нестационарном режиме. Применение физических методов in situ	8
6	2	Основные типы распределения активного компонента на непористом носителе. Характеристика пористой структуры и методы ее создания. Определение удельной поверхности адсорбционных катализаторов	4
7	2	Капиллярная конденсация. Уравнение Кельвина. Процессы очистки и разделения газов с термической регенерацией адсорбентов	4
8	2	Процессы с регенерацией адсорбента и подводом тепла через стенку. Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КБА). Особенности кинетики и динамики процессов КБА	4
9	2	Гидродинамические процессы в реакторах со стационарным слоем катализатора (сорбента). Расчет гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя. Основные модели сорбционных и каталитических реакторов. Структура пористого зерна катализатора, обоснование и использование квазигомогенной модели процесса. Взаимодействие диффузионных явлений с химической реакцией	4
10	2	Расчет эффективного коэффициента диффузии. Определение зависимости степени использования зерна катализатора от модуля Тиле для простой и сложной реакции при постоянной температуре и с учетом неизотермичности зерна. Оценка условий, при которых зерно катализатора работает в кинетической области.	5
11	2	Основные характеристики каталитического процесса: степень превращения, селективность процесса, выход продукта,	5

		нагрузка по реагенту, производительность по продукту, адиабатический разогрев процесса. Расчет основных характеристик для конкретных процессов: окисление метанола до формальдегида (две последовательные реакции); окисление этилена (две параллельные реакции).	
12	2	Расчет производительности установки, состоящей из нескольких, соединенных последовательно и/или параллельно слоев катализатора и сорбента. Организация оптимальной загрузки каталитических и сорбционных слоев. Расчет оптимальных полей скоростей, температур и давлений в реакторе. Оценка числа стационарных состояний работы реакторов. Оптимизация работы реакторов по различным комплексным критериям. Организация энерго- и ресурсосберегающих каталитических и сорбционных процессов. Примеры	6
13	2	Примеры реализации сорбционно-каталитических процессов в химической технологии	2

6.2 Лабораторные занятия

Учебным планом проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче ***экзамена*** 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 ***60*** 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 ***2*** контрольных работы. Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет ***30*** баллов.

Раздел 1. Пример контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Рассчитать величину адсорбции паров бензола на активном угле при его концентрации в потоке газа-носителя c_o = 2 г/м^3 при 30 ^{0}С. Плотность бензола составляет 0,87 г/см^3, а давление насыщенного пара p_s = 15,7 кПа. Предельный объем микропор в адсорбенте 0,42 см^3/г, E_o = 20,8 (для стандартного пара азота). Коэффициент аффинности бензола β = 3,05.

2. Экспериментально изучали гетерогенно-каталитическую реакцию

A + B = AB.

Найдено, что скорость реакции при некоторых условиях описывается уравнением:

$$r = \frac{0,72 c_A}{2,8 + 0,2 c_A c_B}$$

Проверить на соответствие данному уравнению следующий механизм, включающий 2 обратимые элементарные стадии:

A + K ↔ AK

AK +B ↔ AB + K

Какие при этом следует сделать допущения?

3. Гетерогенно-каталитическая реакция A = B протекает по механизму, включающему две обратимые элементарные стадии:

A + K ↔ AK

АК ↔ В + К

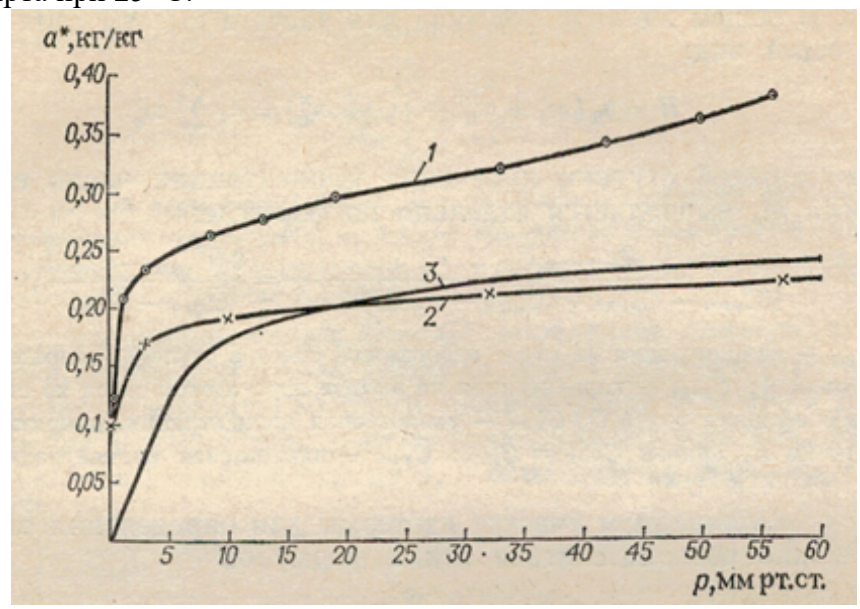
Адсорбция вещества А подчиняется уравнению Ленгмюра.

а) Написать выражения для скоростей элементарных стадий и вывести кинетическое уравнение реакции;

б) При каких допущениях кинетическое уравнение реакции можно считать уравнением нулевого порядка по компоненту А?

Раздел 2. Пример контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. По изотерме адсорбции бензола при 20 °С (рисунок) построить изотерму адсорбции паров этилового спирта при 25 °С.



2. Константа скорости каталитической реакции А → R в $с^{-1}$ определяется уравнением Аррениуса, в котором энергия активации составляет 56 кДж/моль, а предэкспоненциальный множитель равен $1{,}25 \cdot 10^4$. Ширина пластинки зерна катализатора равна 13 мм, эффективный коэффициент диффузии не зависит от температуры и равен 0,2 $см^2/с$.

а) Рассчитать и построить зависимости $lnk_н(\frac{1}{T})$ и коэффициента использования внутренней поверхности от температуры в интервале 500 – 800 К. На обоих графиках обозначить области протекания процесса и определить возможное изменение энергии активации;

б) Как изменится наблюдаемая скорость процесса при температуре 580 К, если использовать катализатор с размером зерна в два раза больше?

3. Окисление диоксида серы осуществляют на зернистом катализаторе цилиндрической формы диаметром 5 мм и высотой 10 мм. Скорость реакции описывается уравнением первого порядка с константой скорости $k = 2{,}8\ с^{-1}$, измеренной в кинетической области при температуре 758 К. Энергия активации химической реакции равна 77,7 кДж/моль. Степень использования внутренней поверхности катализатора при 758 К равна 0,7. Считать, что эффективный коэффициент диффузии не зависит от температуры.

а) в интервале температур 700–800 К рассчитать коэффициент эффективной диффузии $D_{эфф.}$;

б) что можно сказать об области протекания процесса?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит ***2*** вопроса. Первый вопрос – ***20*** баллов, второй вопрос – ***20*** баллов.

1. Применение адсорбционно-каталитических технологий для решения экологических проблем, в пищевой промышленности, медицине, в космосе и на подводных лодках, в процессах рекуперации углеводородов и легких нефтепродуктов, локализации радионуклидов при переработке отработанного ядерного топлива
2. Адсорбция и ее роль в катализе.
3. Адсорбенты, их строение, свойства и технология получения.
4. Адсорбционное равновесие. Основные теории адсорбции.
5. Расчет текстурных характеристик адсорбентов и величин адсорбции с использованием современных теоретических подходов.
6. Кинетика адсорбции. Изотермическая и адиабатическая модели динамики неравновесной адсорбции и десорбции.
7. Методы регенерации и реактивации насыщенных адсорбентов.
8. Стационарный и квазистационарный режимы катализатора.
9. Физическая адсорбция. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса.
10. Адсорбция на неоднородной поверхности. Химическая адсорбция. Реакционная способность поверхности.
11. Критерии различия физической и химической адсорбции. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Десорбция.
12. Диффузионная кинетика. Каталитические реакции в нестационарном режиме. Применение физических методов in situ.
13. Измерение каталитической активности.
14. Адсорбционные процессы в катализе. Ассоциативная и диссоциативная адсорбция. Теория полимолеклярной адсорбции.
15. Определение текстурных характеристик катализаторов и сорбентов.Пористость. Исследование пористой структуры катализаторов и сорбентов.
16. Хемосорбция. Особенности протекания хемосорбции.Хемосорбционные методы определения активной поверхности.
17. Закон действующих поверхностей. Механизм Или-Ридила.
18. Кинетика Ленгмюра-Хиншелвуда каталитических моно-и бимолекулярных реакций и их стадии.
19. Принципы приготовления адсорбционных катализаторов.
20. Основные типы распределения активного компонента на напористом носителе.
21. Характеристика пористой структуры и методы ее создания.
22. Определение удельной поверхности адсорбционных катализаторов.
23. Анализ изотермы адсорбции пористого тела.
24. Процессы с регенерацией адсорбента и подводом тепла через стенку.
25. Капиллярная конденсация. Уравнение Кельвина.
26. Процессы очистки и разделения газов с термической регенерацией адсорбентов. Особенности технологии и аппаратуры процессов.
27. Короткоцикловые процессы с безнагревной регенерацией адсорбента (КБА).
28. Особенности кинетики и динамики процессов КБА.
29. Гидродинамические процессы в реакторах со стационарным слоем катализатора (сорбента).
30. Расчет гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя.
31. Основные модели сорбционных и каталитических реакторов.
32. Структура пористого зерна катализатора, обоснование и использование квазигомогенной модели процесса.
33. Взаимодействие диффузионных явлений с химической реакцией. Величина адиабатического

разогрева.
34. Определение параметров теплоотвода.
35. Анализ процесса в адиабатических условиях и с теплообменом, профили температур и концентраций, влияние параметров.
36. Структура и основные характеристики зернистого слоя катализатора и сорбента.
37. Сопоставление показателей процессов в зернах различной геометрической формы. Оптимальные размеры и форма зерен катализатора и сорбента.
38. Динамика газовых потоков в зернистом слое. Неоднородность потоков, ее влияние на характеристики процесса.
39. Анализ процессов при протекании реакций с различными кинетическими моделями, оценка эффективности процесса в диффузионной области.
40. Гидравлические режимы движения реагентов. Критерий Рейнольдса. Расчет гидравлического сопротивления.
41. Процессы переноса вещества и тепла между наружной поверхностью зерен катализатора и сорбента и реакционным потоком.
42. Уравнения материального и теплового балансов. Влияние внешнего массо- и теплообмена на скорость каталитической реакции.
43. Многослойные адиабатические реакторы, трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором, с движущимся и кипящим слоями, основные конструктивные решения, особенности процессов.
44. Влияние продольной и радиальной теплопроводности и диффузии реагентов. Сравнение эффективности работы адиабатического и трубчатого реакторов.
45. Реакторы для быстропротекающих процессов с катализатором в виде сеток. Реакторы с взвешенным и движущимся слоями катализатора. Области существования взвешенного слоя. Реакторы с восходящим потоком.
46. Полифункциональные мембранные реакторы. Многослойные адиабатические реакторы,
47. Трубчатые реакторы, реакторы с зернистым и блочным катализатором.
48. Конструкции сорбционных и каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики.
49. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора.
50. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Оптимальные схемы реакторов для осуществления простых и сложных реакций.
51. Оптимальные адиабатические реакторы с промежуточными теплообменниками и с подачей холодного сырья.
52. Роль сорбционно-каталитических процессов в решении экологических проблем. Сорбционно-каталитические процессы в системах жизнеобеспечения в замкнутых обитаемых объектах.
53. Современные сорбционно–каталитические технологии локализации газообразных радионуклидов в процессах обращения с радиоактивными отходами.
54. Сорбционно-каталитическая очистка от вредных газов: CO, C_XH_Y, NO_X, SO_2 и др. Очистка природного газа от серосодержащих соединений.

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 «***Современные сорбционно-каталитические процессы***» проводится в ***3-ом*** семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***экзамена*** состоит из ***2*** вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***экзамена***:

<table>
<tr><td rowspan="5">«Утверждаю»

заведующий кафедрой ОХТ

_____ В.Н. Грунский

«__» _____ 2021 г.</td><td>Министерство науки и высшего образования РФ</td></tr>
<tr><td>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</td></tr>
<tr><td>Кафедра Общей химической технологии</td></tr>
<tr><td>18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</td></tr>
<tr><td>Магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»</td></tr>
<tr><td colspan="2">Дисциплина: Современные сорбционно-каталитические процессы</td></tr>
<tr><td colspan="2">Билет № 1

1. Катализ и катализаторы – определение, принцип действия, классификация. Примеры каталитических реакций. Активные центры, каталитический цикл.

2. Специфика адсорбции слабо сорбирующихся газов. Изотермы избыточной адсорбции. Взаимосвязь полной и избыточной адсорбции.</td></tr>
</table>

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература
А. Основная литература

1. Алехина М.Б. Промышленные адсорбенты: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 112 с.

2. Ванчурин В. И., Грунский В. Н. Гетерогенно-каталитические процессы в примерах и задачах. Ч. 1: учебно-методическое пособие – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 32 с.

3. Общая химическая технология в вопросах и ответах. Ч. 1.: Методическое пособие/ сост.: В.С. Бесков, В. И. Ванчурин, В. И. Игнатенков: – М. РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. – 83 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шумяцкий Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы. М.: Колос С, 2009. – 183 с.

2. Б.В. Романовский. Основы катализа. М., 2012. – 154 с.

3. Чоркендорф И., Наймантсвердрайт Современный катализ и химическая кинетика. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 504 с.

4. Бесков В. С, Флокк В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. М.: Химия, 1991. 256 с.

5. Бесков В. С. Общая химическая технология, М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 452 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

Научно-технические журналы:

– Журнал «Катализ в промышленности» ISSN 2070-0504
– Журнал «Кинетика и катализ» ISSN 0453-8811
– Журнал прикладной химии ISSN 0044-4618

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80);

– банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 40).

Для освоения дисциплины в дистанционном режиме преподаватели могут использовать следующие средства коммуникации со студентами:

– электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС);
– корпоративная электронная почта;
– https://etutorium.ru/ – LMS eTutorium;
– https://zoom.us/ – LMS Zoom.

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 1 716 243 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 «***Современные сорбционно-каталитические процессы***» проводятся в форме лекций, практических занятий 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

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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Физико-химические основы адсорбционно-каталитических процессов	*Знает:* - физико-химические закономерности современных адсорбционных и каталитических явлений и их природу; - математические модели сорбционных и каталитических процессов; - основные методы исследования современных сорбционных процессов и каталитических систем. *Умеет:* - использовать методы исследования и определения технологических параметров адсорбционно-каталитических процессов; - применять методы математического моделирования для описания и анализа сорбционных и каталитических процессов. *Владеет:* - способностью к постановке и формулированию задач научных исследований на основе результатов анализа научно-технической информации; - методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка за экзамен
Раздел 2. Технология и расчет адсорбционно-каталитических процессов	*Знает:* - характеристики промышленных адсорбентов и катализаторов; - основные методы исследования современных сорбционных процессов и каталитических систем; - примеры применения адсорбционно-каталитических технологий для очистки газов и жидкостей; - основные типы и конструкции аппаратов, технологию и общие принципы осуществления адсорбционных и каталитических процессов. *Умеет:* - использовать методы исследования и определения технологических параметров адсорбционно-каталитических процессов; - использовать технические средства управления современными	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за экзамен

	сорбционными процессами и каталитическими системами с использованием различных форм энергии; - применять методы математического моделирования для описания и анализа сорбционных и каталитических процессов. *Владеет:* - способностью к постановке и формулированию задач научных исследований на основе результатов анализа научно-технической информации; - методами организации и расчёта систем оптимального управления высокоэффективными энерго- и ресурсосберегающими современными сорбционными процессами и каталитическими системами; - методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным.	

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 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 рабочей программе дисциплины

«*Современные сорбционно-каталитические процессы*»

основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

магистерская программа

«*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*»

Форма обучения: ***очная***

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.

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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сорбционные процессы»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор кафедры мембранной технологии М.Б. Алехина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
« 19 » мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***мембранной технологии*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Сорбционные процессы*** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин по выбору дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химической технологи, процессов и аппаратов химической технологии, процессов массообмена, катализа и промышленных каталитических процессов.

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

Задачи дисциплины –ознакомление с промышленными адсорбционными технологиями, номенклатурой и свойствами промышленных адсорбентов, развитие способностей к анализу и совершенствованию технологических процессов на примерах типовых процессов и методов расчета адсорбционных установок;

- формирование у обучающихся системных знаний в области адсорбционных технологий.

Дисциплина «***Сорбционные процессы***» преподается в 3 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:

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-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ	- Химическое, химико-технологическое	ПК 4- Готов разрабатывать математические	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на

поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	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).	модели и осуществлять их экспериментальную проверку	организации процессов современных химических производств **ПК-4.2** Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии **ПК-4.3** Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **ПК-5.2** умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»,

технологической документации	и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения **ПК-5.3** владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	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 /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- свойства и строение (химический состав, свойства поверхности, внутреннее строение, физические свойства и т.п.) твердых поглотителей (углеродных адсорбентов, цеолитов, силикагелей, алюмогелей, отбеливающих земель); методы их получения и применение;
- физико-химические основы получения продуктов с помощью адсорбционных технологий;
- механизмы адсорбционных взаимодействий;
- кинетику и динамику адсорбционных процессов;
- основные типы и конструкции аппаратов для проведения для проведения адсорбционных процессов;
- методы моделирования и оптимизации адсорбционных процессов очистки и разделения газовых и жидкостных смесей;
- системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологических схемы
- технологию и общие принципы осуществления адсорбционных процессов
- экологические аспекты применения адсорбционных технологий защиты окружающей среды;

Уметь:

- использовать методы исследования и определения параметров адсорбционных;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам;
- анализировать результаты экспериментов;

Владеть:

- методами качественного и количественного анализа;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов;
- методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;
- методами построения и оптимизации технологической схемы;

методами эксергетического анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем

3. 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:	**1,89**	**68**	**51**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
Самостоятельная работа	**2,11**	**76**	**57**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (*или другие виды самостоятельной работы*)	*2,11*	*76*	*57*
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов				
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Всего**	**Лек-ции**	**Прак. зан.**	**Лаб. рабо-ты**	**Сам. рабо-та**
1.	**Раздел 1.** Введение. Краткая история развития адсорбционных технологий.	***3***	***2***	**-**	**-**	***13***
2.	**Раздел 2.** Физико-химические основы адсорбционных процессов.	***52***	***8***	***25***	**-**	***31***
3.	**Раздел 3.** Технология и расчет адсорбционных процессов.	***53***	***7***	***26***	**-**	***32***
	ИТОГО	**144**	**17**	**51**	**-**	**76**
	Экзамен	**36**				
	ИТОГО	**180**				

4.2 Содержание разделов дисциплины

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

Раздел 2. Физико-химические основы адсорбционных процессов

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

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

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

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

Теплообмен в зернистом слое. Основные уравнения, управляющие теплообменом.

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

Раздел 3. Технология и расчет адсорбционных процессов:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	• свойства и строение (химический состав, свойства поверхности, внутреннее строение, физические свойства и т.п.) твердых поглотителей (углеродных адсорбентов, цеолитов, силикагелей, алюмогелей, отбеливающих земель); методы их получения и применение;	+	+	+
2	• физико-химические основы получения продуктов с помощью адсорбционных технологий;	+	+	+
3	• механизмы адсорбционных взаимодействий;		+	+
4	• кинетику и динамику адсорбционных процессов;		+	+
5	• основные типы и конструкции аппаратов для проведения для проведения адсорбционных процессов;		+	+
6	• методы моделирования и оптимизации адсорбционных процессов очистки и разделения газовых и жидкостных смесей;			+
7	• системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологических схемы			+
8	• технологию и общие принципы осуществления адсорбционных процессов;			+
9	• экологические аспекты применения адсорбционных технологий защиты окружающей среды;		+	+
	Уметь: ***(перечень из п.2)***			
10	• использовать методы исследования и определения параметров адсорбционных;		+	+
11	• анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции;			+
12	• проводить эксперименты по заданным методикам;	+	+	+
13	• анализировать результаты экспериментов;	+	+	+
	Владеть: ***(перечень из п.2)***			
14	• методами качественного и количественного анализа;	+		+

15	• методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов;		+	+	+
16	• методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;			+	+
17	• методами построения и оптимизации технологической схемы;				+
18	• методами эксергетического анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.			+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***<u>профессиональные</u> компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)***					
	Код и наименование ПК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения ПК (*перечень из п.2*)**			
19	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности		+	+
20	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	+		
		ПК-4.2 – Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии			+
		ПК-4.3 – Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.		+	
21	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	+		

		ПК-5.2 умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения		+	
		ПК-5.3 владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности			+

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	Практическое занятие 1. Расчет параметров пористой структуры адсорбентов и величины адсорбции по уравнениям теории объемного заполнения микропор.	6
2	2	Практическое занятие 2. Расчет адсорбции бинарной смеси паров.	6
3	2	Практическое занятие 3. Определение продолжительности работы зернистого слоя в условиях применимости моделей динамики адсорбции: - фронтальной изотермической равновесной и неравновесной моделей адсорбции; - фронтальной неравновесной адиабатической модели динамики адсорбции - фронтальной неравновесной адиабатической динамики десорбции.	6
4	2	Практическое занятие 4. Задачи по определению продолжительности нагрева (охлаждения) слоя адсорбента при регенерации адсорбентов.	6
5	3	Практическое занятие 1. Технологический расчет установки осушки природного газа с термопродувочной регенерацией адсорбента.	7
6	3	Практическое занятие 2. Расчет установок короткоцикловой безнагревной адсорбции на примере осушки воздуха).	6
7	3	Практическое занятие 3. Расчет и анализ материальных балансов процессов получения водорода и азото-водородной смеси (защитной атмосферы), построение циклограмм, обсуждение схем процессов и особенностей кинетики и динамики.	8
8	3	Практическое занятие 4. Расчет установки очистки природного газа от сернистых соединений. Подбор адсорбента, расчет равновесной емкости сероводорода при адсорбции из смеси газов, выбор метода регенерации, обсуждение технологической схемы, расчет размеров адсорбера.	6

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «***Сорбционные процессы***» Учебным планом не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «***Сорбционные процессы***» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 40 ч в 3 семестре (подготовка к экзамену). 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 лекционной дисциплины;
- подготовку к сдаче ***экзамена*** (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 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 60 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 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 (3 семестр) составляет 30 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

1. Силы, обуславливающие адсорбцию.
2. Назовите составляющие общей энергии взаимодействия при адсорбции
3. Распределение сил над плоской поверхностью и в порах адсорбента.
4. Виды пор в адсорбентах.
5. Механизмы адсорбции в микро-, мезо- и макропорах.
6. Молекулярно-ситовой эффект. Какие адсорбенты обладают этими свойствами? Приведите примеры.
7. Адсорбционное равновесие. Основные концепции, описывающие равновесие на поверхности и в микропорах адсорбентов
8. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции. Связь теплоты адсорбции и изостеры адсорбции.
9. Методы измерения изотерм адсорбции.
10. Тип изотермы адсорбции паров воды на активированных углях. Опишите механизм взаимодействия.
11. Основные уравнения, описывающие равновесие при адсорбции.
12. Теория объемного заполнения микропор: основные положения, возможности и ограничения при использовании для расчета адсорбционного равновесия
13. Структура, химия поверхности и адсорбционные свойства активных углей
14. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства силикагелей
15. Структура, характер поверхности и адсорбционные свойства активного оксида алюминия
16. Структура цеолитов и их адсорбционные свойства. Молекулярно-ситовые свойства, ионообменные свойства. Первичные и вторичные поры.

17. Основные уравнения для внешнедиффузионной кинетики. Коэффициент внешней массоотдачи.

18. Виды переноса внутри гранул адсорбентов. Коэффициент внутренней массоотдачи по Глюкауфу.

19. Продольнодиффузионный массоперенос. Расчет эффективного коэффициента продольной массоотдачи по Тодесу-Биксону.

20. Уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений.

21. Фронтальная динамика изотермической равновесной адсорбции (десорбции): уравнения Вильсона и Викке. Иллюстрируйте примерами для изотерм разного вида.

22. Изменения конфигурации адсорбционных фронтов при различных направлениях движения потока и различных начальных распределениях адсорбата в слое в случае реализации режима фронтальной динамики изотермической равновесной адсорбции.

23. Квазистационарный перенос адсорбционного фронта. Уравнение Шилова.

24. Фронтальная динамика изотермической неравновесной адсорбции: уравнения ЖЗТ.

25. Сравнительные характеристики равновесных и неравновесных моделей фронтальной изотермической адсорбции.

26. Ионный обмен.

27. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента.

28. Уравнения Льюиса и Бентона-Маркгема для адсорбции смесей.

29. Условия применимости уравнений Льюиса и Бентона-Маркгема для адсорбции смесей.

30. Специфика адсорбции слабо сорбирующихся газов. Изотермы избыточной адсорбции. Взаимосвязь полной и избыточной адсорбции.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

5. Классификация адсорбционных процессов по назначению.

6. Классификация адсорбционных процессов по способу контакта адсорбционного слоя и очищаемого потока.

7. Методы регенерации адсорбентов. Достоинства и недостатки каждого из методов.

8. Классификация адсорбционных процессов по методам регенерации адсорбентов.

9. Области и условия применения адсорбционных процессов с однократно используемым адсорбентом

10. Типы процессов с многократным использованием адсорбента.

11. Дайте определения регенерации и реактивации. Назовите разграничения между ними по значению $ПВ_c$.

12. Термическая регенерация адсорбента. Достоинства и недостатки метода.

13. Снижение давления в системе, как метод регенерации адсорбента. Достоинства и недостатки метода.

14. Вытеснительная десорбция, как метод регенерации адсорбента. В каких случаях целесообразно использование этого метода регенерации адсорбента?

15. Изотермическая продувка в качестве метода регенерации. Достоинства и недостатки метода.

16. Приведите примеры процессов с реактивацией адсорбента.

17. Непрерывные и периодические процессы. Приведите примеры непрерывных и периодических адсорбционных процессов.

18. Типы циклических адсорбционных процессов. Понятие о циклограммах.

19. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с нагревной регенерацией адсорбента.

20. Циклограмма адсорбционного процесса осушки газов с безнагревной регенерацией адсорбента.

21. Почему процессы адсорбционной очистки газов с противоточной регенерацией адсорбентов используют чаще, чем процессы с прямоточной регенерацией?

22. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.

23. Варианты организации термопродувочной регенерации адсорбента.

24. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов с регенерацией адсорбента прямым вводом тепла теплоносителем – газом

25. Области применения процессов с термопродувочной регенецией.

26. Углеродные адсорбенты: области применения в технологии неорганических веществ.

27. Применение силикагелей в технологии неорганических веществ.

28. Активный оксид алюминия и алюмогели в технологии неорганических веществ. Приведите примеры использования.

29. Природные и синтетические цеолиты в неорганической технологии. Приведите примеры использования.

30. Абсолютное и относительное влагосодержание газов: определения и единицы измерения.

31. Адсорбенты, применяемые в процессах осушки газов.

32. Технологические свойства промышленных адсорбентов-осушителей.

33. Изменения концентрации газа и активности адсорбента в начальной стадии процесса осушки (процесс с термопродувочной регенерацией адсорбента). Имитация циклов процесса по изотерме адсорбции.

34. Степень осушки. От чего зависит степень осушки газа в процессе TSA?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – *экзамен*).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.
1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Основные конструкции адсорберов для процессов осушки газов

2. Циклограмма и схема двухадсорберной установки осушки газов с термопродувочной регенерацией.

3. Циклограмма и варианты схем трехадсорберной установки осушки газов с термопродувочной регенерацией. Достоинства и недостатки каждого варианта схемы.

4. Область применения процессов с термопродувочной регенерацией адсорбента.

5. Конструкция адсорберов в процессах с термопродувочной регенерацией адсорбента.

6. Блок подготовки газа к осушке: назначение блока, организация, основное оборудование.

7. Назначение схем с закрытым циклом регенерации.

8. Принципиальная схема двухадсорберного процесса осушки воздуха с нагревной регенерацией адсорбента.

9. Степень осушки. От чего зависит степень осушки газа в процессе TSA?

10. Расчет установки осушки природного газа. Структура тепловых балансов.

11. Старение и дезактивация адсорбентов.

12. Старение адсорбента и выбор характеристик адсорбционного цикла.

13. Условия осуществимости процессов с безнагревной регенерацией адсорбента.

14. Циклограмма адсорбционного процесса осушки воздуха с безнагревной регенерацией адсорбента.

15. Циклограмма и схема безнагревной установки осушки воздуха по Скарстрому.

16. Распределения концентраций адсорбата в безнагревном процессе осушки газа по Скарстрому.

17. Адсорбционное разделение воздуха. Применяемые адсорбенты.

18. Получение кислорода: циклограмма и схема.

19. Получение азота путем разделения воздуха адсорбционным методом.

20. Основные технологические и аппаратурные особенности процессов адсорбционного разделения воздуха.

21. Основные стадии циклических процессов, проводимых с применением тепла для регенерации адсорбентов.

22. Назначение и область применения процессов термовытеснительного типа.

23. Ограничения на концентрацию рекуперируемого растворителя. Чем они вызваны, как обеспечивается необходимый состав газа?

24. Узел подготовки газа в углепаровой рекуперационной установке.

25. Блок переработки конденсата в углеадсорбционных рекуперационных установках.

26. Конструкции адсорберов, применяемых в процессах рекуперации летучих растворителей.

27. Срок службы адсорбента в установках углепаровой рекуперации растворителей. Причины дезактивации адсорбента.

28. Области применения циклических процессов с нагревом и охлаждением слоя за счет теплопроводности.

29. Схема очистки воздуха с регенерацией адсорбента подводом тепла через стенку. Прокомментируйте работу установки.

30. Основные принципы осуществимости процессов с безнагревной регенерацией адсорбента.

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

8.4. Структура и примеры билетов для *экзамена* (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «***Сорбционные процессы***» проводится в 3 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» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра мембранной технологии
	18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **Магистерская программа –** **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»**
	Сорбционные процессы

Билет № 1

1. Равновесная адсорбция смесей. Коэффициент разделения, его зависимость от температуры, давления, свойств адсорбента.
2. Соотношения между концентрационным и температурным фронтами в динамике адиабатической адсорбции.
3. Достоинства и ограничения применения адсорбционных методов в процессах очистки газов от соединений серы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шумяцкий Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы. М.: КолосС, 2009. 183 с.
2. Алехина М.Б. Промышленные адсорбенты: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 112 с.
3. Фенелонов В. Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 414 с.
4. М. Б. Алёхина, Т. В. Конькова, Е. Ю. Либерман, А. Г. Кошкин Экспериментальные методы исследования адсорбции. Лабораторные работы: учеб. пособие / М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. − 88 с.
5. Адсорбционные воздухоразделительные установки для получения газообразного и жидкого азота: учеб. пособие / Ю.В. Никифоров, А.А. Казакова, М. Б. Алёхина - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. − 88 с.
6. Современные методы очистки техногенных сточных вод от токсичных примесей: учеб. пособие / В.В. Милютин, М.Б. Алехина. Б.Е. Рябчиков, – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016. – 132 с.
7. Никифоров Ю.В., Казакова А.А., Алехина М.Б. Диффузия и адсорбция газов и паров в инженерных задачах. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 166 с.
8. Никифоров Ю.В., Казакова А.А., Алехина М.Б. Процессы диффузии и адсорбции в инженерных задачах. Примеры расчета: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 108 с.

Б. Дополнительная литература

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
2. Аэров М.Э., Тодес О.М.,. Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. Л.: Химия. 1979. - 176 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 «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710
- Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439
- Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.membrane.msk.ru
- http://www.sciencedirect.com
- https://ru.espacenet.com/
- https://www.elsevier.com/

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 1 716 243 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 «***Сорбционные процессы***» проводятся в форме лекционных, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Если необходима наглядная демонстрация каких-либо материалов, то для семинарских занятий используются электронные средства демонстрации, имеющиеся на кафедре: компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, наглядные образцы мембран, модулей на их основе и оборудования.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:

учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;

учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;

электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	Microsoft Teams			

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Физико-химические основы адсорбционных процессов	*Знает:* • свойства и строение (химический состав, свойства поверхности, внутреннее строение, физические свойства и т.п.) твердых поглотителей (углеродных адсорбентов, цеолитов, силикагелей, алюмогелей, отбеливающих земель); методы их получения и применение; • физико-химические основы получения продуктов с помощью адсорбционных технологий; • механизмы адсорбционных взаимодействий; • кинетику и динамику адсорбционных процессов; • основные типы и конструкции аппаратов для проведения для проведения адсорбционных процессов; • экологические аспекты применения адсорбционных технологий защиты окружающей среды; *Умеет*: • использовать методы исследования и определения параметров адсорбционных; • проводить эксперименты по заданным методикам; • анализировать результаты экспериментов; *Владеет:* • методами качественного и количественного анализа; • методами эксергетического анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен
Раздел 2. Технология и расчет адсорбционных процессов	*Знает:* • свойства и строение (химический состав, свойства поверхности, внутреннее строение, физические свойства и т.п.) твердых поглотителей (углеродных адсорбентов, цеолитов, силикагелей, алюмогелей, отбеливающих земель); методы их получения и применение; • физико-химические основы получения продуктов с помощью адсорбционных технологий; • механизмы адсорбционных взаимодействий; • кинетику и динамику адсорбционных процессов; • основные типы и конструкции аппаратов для проведения для проведения	Оценка за контрольную работу Оценка за экзамен

	адсорбционных процессов; • методы моделирования и оптимизации адсорбционных процессов очистки и разделения газовых и жидкостных смесей; • системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологических схемы • технологию и общие принципы осуществления адсорбционных процессов; • экологические аспекты применения адсорбционных технологий защиты окружающей среды; *Умеет*: • использовать методы исследования и определения параметров адсорбционных; • анализировать взаимосвязь технологических параметров и эффективности процесса и качество продукции; • проводить эксперименты по заданным методикам; • анализировать результаты экспериментов; *Владеет:* • методами качественного и количественного анализа; • методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; • методами определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным; • методами построения и оптимизации технологической схемы; • методами эксергетического анализа и техноэкономической оптимизации технологических схем.	

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 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 рабочей программе дисциплины

«Сорбционные процессы»

основной образовательной программы

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

«Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информатики и компьютерного проектирования Гартманом Т.Н.

ст. преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***информатики и компьютерного проектирования*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» относится к вариативной части дисциплин учебного плана (***Б1.В.ДВ.02.02***). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области в области начертательной геометрии, инженерной графики и компьютерной графики.

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

З**адача дисциплины**:

- изучение интерфейса программы, рабочих пространств, способов построений, координатных систем;
- приобретение навыков по работе с методами двумерного проектирования;
- приобретение навыков по работе с методами трехмерного проектирования;
- изучение основ визуализации трехмерных моделей.

Дисциплина «***Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» преподается в 3 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:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	*ПК-1.2* Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности

	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии
	ПК-5. Способен к участию в научных исследованиях и разработке проектов энерго-, ресурсосберегающих и экологически безопасных производств	ПК-5.1 Знает научные основы функционирования производств обработки поверхности, функционирования процессов нейтрализации стоков, принципы подбора основного и вспомогательного оборудования в зависимости от условий эксплуатации технологических процессов ПК-5.2 Умеет проводить технологические расчеты по проектам, технико-экономической эффективности проекта, осуществлять выбор оборудования и технологической оснастки химических производств, составлять технологические схемы процессов обработки поверхности; выбирать основное и вспомогательное оборудования для каждой стадии технологического процесса обработки поверхности; разрабатывать технологические схемы нейтрализации стоков в зависимости от решений, принятых при компоновке основного производства обработки поверхности *ПК-5.3* Владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы;
- основы построения двумерных моделей в программе AutoCAD;
- основы построения трехмерных моделей и тел в программе AutoCAD;
- возможности совместной работы в двумерном и трехмерном пространствах;

Уметь:

- работать в двумерном пространстве пакета AutoCAD;
- работать в трехмерном пространстве пакета AutoCAD;
- применять основы визуализации трехмерных моделей;

Владеть:

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

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:	**1,89**	**68**	**51,03**
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	***1,41***	***51***	*38,07*
Лекции	0,48	17	12,69
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,41	51	38,07
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (*при наличии*)	-	-	-
Самостоятельная работа	**2,11**	**76**	**56,97**
Контактная самостоятельная работа (*АттК из УП для зач / зач с оц.*)	*2,11*	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (*или другие виды самостоятельной работы*)		*76*	*56,97*
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов								
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**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. Подготовка к работе.**	***20***	**-**	***4***	**-**	***6***	**-**	**-**	**-**	***10***
1.1	Интерфейс программы.	***10***	**-**	*2*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	***5***
1.2	Средства управления экраном.	***10***	**-**	*2*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	***5***
2.	**Раздел 2. 2D-моделирование. Основные инструменты.**	***32***	**-**	***4***	**-**	***12***	**-**	**-**	**-**	***16***
2.1	Инструменты для черчения.	**8**	-	*1*	-	*3*	-	-	-	4
2.2	Преобразование элементов.	**8**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	4
2.3	Слои.	**8**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	4
2.4	Блоки.	**8**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	4
3.	**Раздел 3. Работа с аннотациями.**	**18**	-	***2***	-	***6***	-	-	-	**10**
3.1	Редактирование текстовых элементов.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5
3.2	Редактирование текстовых стилей.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5
4.	**Раздел 4. Печать чертежей.**	**18**	**-**	***2***	**-**	***6***	**-**	**-**	**-**	**10**
4.1	Пространство листа.	**9**	-	*1*	-	*3*	-	-	-	5
4.2	Видовые экраны.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5
5.	**Раздел 5. Дополнительные функции.**	**10**	**-**	***1***	**-**	***4***	**-**	**-**	**-**	**5**
5.1	Внешние ссылки.	**10**	**-**	*1*	**-**	*4*	**-**	**-**	**-**	5
6.	**Раздел 6. 3D-моделирование. Основные инструменты.**	**27**	-	***3***	-	***9***	-	-	-	**15**
6.1	Работа с примитивами.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5

6.2	Работа с поверхностями.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5
6.3	Работа с текстурами.	**9**	**-**	*1*	**-**	*3*	**-**	**-**	**-**	5
7.	**Раздел 7. Визуализация.**	**19**	-	***1***	-	***8***	-	-	-	**10**
7.1	Библиотека материалов.	**9,5**	**-**	*0,5*	**-**	*4*	**-**	**-**	**-**	5
7.2	Освещение.	**9,5**	**-**	*0,5*	**-**	*4*	**-**	**-**	**-**	5
	Подготовка к экзамену	**0,4**	**-**		**-**		**-**	**-**	**-**	
	Экзамен	**35,6**	-		-		-	-	-	
	ИТОГО	**180**	-	**17**	-	**51**	-	-	-	**76**

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Подготовка к работе. Интерфейс.

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

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

Раздел 2. 2D-моделирование. Основные инструменты.

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

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

Работа со слоями.

Блоки. Динамические блоки.

Раздел 3. Работа с аннотациями.

Работа с текстом, размерами, мультивыносками, таблицами.

Создание и редактирование текстовых и размерных стилей, стилей таблиц и мультивыносок.

ГОСТ Р 21.1101-2013

Раздел 4. Печать чертежей.

Пространство листа. Настройка параметров листов.

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

Аннотативность.

Вывод чертежа на печать. Публикация в PDF.

Раздел 5. Дополнительные функции.

Внешние ссылки. Подшивки. Параметрические зависимости.

Раздел 6. 3D-моделирование. Основные инструменты.

Построение и преобразование примитивов.

Поверхности. Преобразование поверхностей.

3d визуализация и освещение. Палитры текстур.

Раздел 7. Визуализация.

Библиотеки материалов. Загруженные библиотеки. Создание дополнительных библиотек материалов.

Освещение. «Парящая камера».

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	– интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы		+	+	+	+	+	+	
2	– основы построения двумерных моделей в программе AutoCAD;			+					
3	– основы построения трехмерных моделей и тел в программе AutoCAD							+	
4	– возможности совместной работы в двумерном и трехмерном пространствах							+	
	Уметь:								
5	– работать в двумерном пространстве пакета AutoCAD			+					
6	– применять основы визуализации трехмерных моделей								+
7	– работать в трехмерном пространстве пакета AutoCAD							+	
	Владеть:								
8	– методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства		+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***компетенции и индикаторы их достижения:*** *ПК-1.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*									
	Код и наименование ПК	**Код и наименование индикатора достижения ПК**							

9	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	*ПК-1.2* Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	+
10	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии	+	+	+	+	+	+	+

11	ПК-5. Способен к участию в научных исследованиях и разработке проектов энерго-, ресурсосберегающих и экологически безопасных производств	ПК-5.1 Знает научные основы функционирования производств обработки поверхности, функционирования процессов нейтрализации стоков, принципы подбора основного и вспомогательного оборудования в зависимости от условий эксплуатации технологических процессов ПК-5.2 Умеет проводить технологические расчеты по проектам, технико-экономической эффективности проекта, осуществлять выбор оборудования и технологической оснастки химических производств, составлять технологические схемы процессов обработки поверхности; выбирать основное и вспомогательное оборудования для каждой стадии технологического процесса обработки	+	+	+	+	+	+	+

		поверхности; разрабатывать технологические схемы нейтрализации стоков в зависимости от решений, принятых при компоновке основного производства обработки поверхности							

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 51 акад. ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Начало настройки. Пользовательские настройки. Знакомство с интерфейсом. Управление мышью и с клавиатуры.	3
2	Раздел 1	Системы координат и работа с ними	3
3	Раздел 2	Инструменты для черчения. Создание одинаковых объектов различными способами.	3
4	Раздел 2	Копирование, перемещение, удлинение и др.	3
5	Раздел 2	Слои: предназначение, изменение свойств, блокировка, заморозка, печать.	3
6	Раздел 2	Работа с блоками.	3
7	Раздел 3	Оформление чертежа. Текст, размеры, выноски.	3
8	Раздел 3	Оформление чертежа. Редактирование аннотативных объектов.	3
9	Раздел 4	Пространство листа. Настройка параметров листов.	3
10	Раздел 4	Видовые экраны. Способы создания видовых экранов и работа с ними. Аннотативность.	3
11	Раздел 4	Особенности вывода на печать. Работа с плоттером.	3
12	Раздел 5	Внешние ссылки. Подшивки. Параметрические зависимости.	3
13	Раздел 6	Понятие примитива. Различие примитивов, каркасов и поверхностей.	3
14	Раздел 6	Понятие поверхности. Преобразование поверхностей.	3
15	Раздел 6	3D-визуализация и освещение. Палитры.	3
16	Раздел 7	Библиотеки материалов. Загруженные библиотеки. Создание дополнительных библиотек материалов.	3
17	Раздел 7	Освещение. «Парящая камера».	3

6.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрено

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 ***экзамена*** и 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 26 баллов), практикума (максимальная оценка 34 баллов) и итогового контроля в форме ***экзамена*** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольную работу№1 и №2 составляет 9 баллов, за контрольную работу№3 составляет 8 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за вопрос.

1. Пользовательская и мировая системы координат. Переход между ними.
2. Пространство листа и пространство модели.
3. Форматы чертежей.

Раздел 2,3,4,5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за вопрос.

1. Типы линий.Стандартные фигуры.
2. Размеры и выноски. Работа с текстом.
3. Определение и создание блоков. Работа со слоями.

Раздел 6,7. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 3 балла за 1 и 2 вопрос, и 2 балла за 3 вопрос.

1. Примитивы.
2. Поверхности.
3. Текстуры и библиотеки материалов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Дать понятие системы координат при работе в AutoCAD. Описать переход между различными системами. Пояснить разницу между пространством модели и пространством листа. Назвать основные форматы чертежей.
2. Типы линий. Полилиния, мультилиния, отрезок, луч и т.д. Понятие стандартных фигур и особенности их построения.

3. Редактирование чертежа. Использование функций копирования,зеркала, обрезка, удлинение, массив.

4. Блоки. Создание и использование блоков.

5. Работа со слоями.

6. Размеры. Размерные линии и их типы. Редактирование данных наразмерах и типов размерных стрелок.

7. Текст. Его типы. Редактирование текста и таблиц.

8. Переход в систему трехмерного проектирования. Понятие примитивов.

9. Каркасы, тела и поверхности.

10. Редактирование в трехмерном пространстве. Трехмерный перенос. Библиотеки материалов.

11. Вывод на печать.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

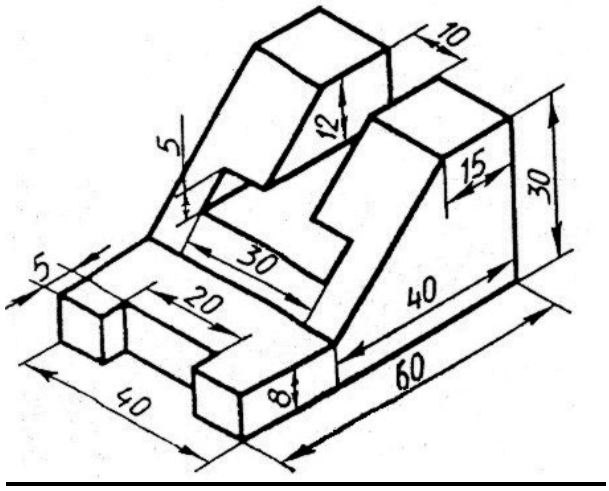
Экзамен по дисциплине «***Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***экзамена*** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***экзамена***:

<table>
<tr><td rowspan="5">«Утверждаю»
Зав. кафедры ИКП
(Должность, наименование кафедры)

_____ _Гартман Т.Н.
(Подпись) (И. О. Фамилия)

«__» _____ 2021 г.</td><td>Министерство науки и высшего образования РФ</td></tr>
<tr><td>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</td></tr>
<tr><td>Кафедра информатики и компьютерного проектирования</td></tr>
<tr><td>18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа –
«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»</td></tr>
<tr><td>Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии</td></tr>
<tr><td colspan="2">Билет № 1
1. Создать лист формата А3. На листе отобразить 3 вида детали и трехмерную модель. На двумерных видах расставить основные размеры. На трехмерной модели отобразить материал детали (металл).</td></tr>
</table>



2. Редактирование чертежа. Использование функций копирования, зеркала, обрезка, удлинение, массив.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Жарков Н.В., Финков М.В., Прокди Р.Г. AutoCAD 2020. Полное руководство. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 642 с.

Б. Дополнительная литература

1. Состояние и тенденции развития зарубежного и отечественного рынков программных продуктов для проектирования технологических установок. Аналитический обзор. ООО «НТП Трубопровод», 2014.

2. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование, М.: 2000.

3. В.Д. Сафонова, Е.В. Царева. Методические указания по курсу дипломного проектирования по специальности «системы автоматизированного проектирования». М.: 2013

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- - «САПР и графика» ISSN 1560-4640

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

http://doaj.org/
https://www.doabooks.org/
https://arxiv.org/
http://www.mdpi.com/
www.cadmaster.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);

– программный комплекс AutoCAD 2019(последняя версия получена на безвозмездной основе от компании Autodesk на 3 года как учебная версия программы для использования в некоммерческих в 2019 г. РХТУ им. Д.И. Менделеева).

– Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева

– Почтовый мессенджер e-mail

– Мессенджер Telegram

– Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams

– Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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: 08.08.2021).

– 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: 08.08.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 08.08.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://openedu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://i-exam.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

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 1 716 243 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 «***Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения практических работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, 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 курса. Демонстрационные материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	Autodesk AutoCAD 2019	Serial Number: 565-35767932	3000 (сетевая версия)	1.01.2022

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Подготовка к работе. Интерфейс.	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы; *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за практикум Оценка за экзамен
Раздел 2. 2D-моделирование. Основные инструменты.	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы; - основы построения двумерных моделей в программе AutoCAD; *Умеет:* - работать в двумерном пространстве пакета AutoCAD *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за практикум Оценка за экзамен
Раздел 3. Работа с аннотациями.	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за практикум Оценка за экзамен
Раздел 4. Печать чертежей	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы; *Умеет:* - управляет визуализацией. *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за практикум Оценка за экзамен.
Раздел 5. Дополнительные функции	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы	Оценка за контрольную работу №2

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	Владеет: - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за практикум Оценка за экзамен
Раздел 6. 3D-моделирование. Основные инструменты	*Знает:* - интерфейс программы, типы рабочих пространств, способы построений, координатные системы; - основы построения трехмерных моделей и тел в программе AutoCAD; - возможности совместной работы в двумерном и трехмерном пространствах. *Умеет:* - управлять визуализации. *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства.	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за практикум Оценка за экзамен
Раздел 7. Визуализация	*Умеет:* - применять основы визуализации. *Владеет:* - методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакетов AutoCAD, для проектирования объектов химического производства	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за практикум Оценка за экзамен

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 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 рабочей программе дисциплины
«Графические системы САПР при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»
основной образовательной программы
18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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

_____ С.Н. Филатов

«30» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физико-химия и технология разделения смесей

Направление подготовки
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

Квалификация **магистр**

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«23» июня 2021 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**

Москва 2021 г.

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры ПАХТ Агашичевым С.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры процессов и аппаратов химической технологии
«02» июня 2021 г., протокол № 13

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального

государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»; по магистерской программе «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии», с рекомендациями методической и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой процессов и аппаратов химической технологии комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Дисциплина «Физико-химия и технология разделения смесей» относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного плана и рассчитана на изучение в одном семестре обучения. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по процессам и аппаратам химической технологии, физической химии, коллоидной химии.

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

З**адачи дисциплины:**

- – Ознакомление с механизмом разделения смесей при добавлении или создании фазы (введение в систему массы или энергии), при разделении через твердую преграду и флюидные мембраны, разделение при введении твердой фазы, разделение во внешних полях;
- Освоение методов анализа факторов, влияющих на чистоту целевого продукта, закономерностей изменения расходов, состава и температуры в разделительном каскаде, включая многоступенчатое разделение многокомпонентных систем;
- Освоение принципов расчета, масштабирования и интенсификации работы разделительного оборудования, оценки пропускной способности контактных устройств и эффективности разделения, включая такие факторы, влияющие на эффективность, как химическая реакция, градиенты плотности и поверхностного натяжения, ПАВ, циклические процессы и др.;
- Освоение методов анализа энергозатрат при разделении (потенциально обратимые, частично обратимые и необратимые процессы);
- Знакомство с принципами выбора процесса или совокупности процессов для разделения смеси.

Дисциплина «Физико-химия и технология разделения смесей» преподается в III семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Изучение дисциплины «Физико-химия и технология разделения смесей» при подготовке магистров по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по магистерской программе «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии» направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.
	ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности.
	ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки

	научно- технических отчетов
ПК-4.1. Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств.	ПК-4.1. Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств.
	ПК-4.2. Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы организации процессов разделения для проектирования и функционирования узлов разделения современных химических производств;
- основы построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей.

Уметь:

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

Владеть:

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

3. 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:	**1,42**	**51**	**38,25**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25,50
Самостоятельная работа	**2,58**	**93**	**69,75**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,58	93	69,75
Виды 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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	**Лекции**	**Прак. зан.**	**СР**
13.	**Введение. Общие характеристики и классификация процессов разделения**	**15**	**2**		**13**
14.	**Раздел 1. Термодинамические характеристики процессов разделения. Теория каскадов.**	**35**	**4**	**10**	**21**
15.	**Раздел 2. Ограничения характеристик разделения. Способы повышения эффективности разделения**.	**35**	**4**	**10**	**21**
16.	**Раздел 3. Анализ энергозатрат на разделение**.	**28**	**4**	**7**	**17**
17.	**Раздел 4. Способы энергосбережения при разделении смесей. Выбор процесса для разделения смеси**.	**31**	**3**	**7**	**21**
	ИТОГО	**144**	**17**	**34**	**93**
	Экзамен	**36**			
	ИТОГО	**180**			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Общие характеристики и классификация процессов разделения

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

Раздел 1.Термодинамические характеристики процессов разделения. Теория каскадов.

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

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

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

Минимальные потоки, минимальное число ступеней. Разделение многокомпонентных

смесей, число ступеней и флегма. Распределение не ключевых компонентов. Дистилляция (непрерывных) смесей с большим числом компонентов.

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

Раздел 3. Анализ энергозатрат на разделение.

Минимальная работа разделения: разделение в изотермических условиях, неизотермическое разделение. Эксергия. Максимальная полезная работа разделения. Термодинамическая эффективность. Структура термодинамического к.п.д. при дистилляции водорода для получения дейтерия. Практический пример: разделение смеси водорода и метана с помощью парциальной конденсации и оценка термодинамического к.п.д. Разделение путем абсорбции и десорбции. Разделение водорода и метана на палладиевой мембране. Примеры многоступенчатых процессов разделения. Потенциально обратимые процессы: дистилляция близкокипящих смесей. Частично обратимые процессы: фракционная абсорбция. Необратимые процессы: разделение на мембранах.

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:					
1	- принципы организации процессов разделения для проектирования и функционирования узлов разделения современных химических производств;		+	+	+	+
2	- основы построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей.		+	+	+	
	Уметь:					
3	- практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств.		+	+	+	+
	Владеть:					
4	- основами выбора рациональных технологических схем разделения;		+	+	+	+
5	- методами анализа и синтеза схем разделения;					
6	- основами построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей;				+	+
7	-основами выбора рациональных технологических схем узлов разделения, методами их анализа и синтеза.			+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
8	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их.	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.	+	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+
		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	+	+	+
9	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их	ПК-4.1. Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических	+	+	+	+

	экспериментальную проверку.	производств.				
		ПК-4.2. Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

6.1. Практические занятия.

Учебным планом по дисциплине «Физико-химия и технология разделения смесей» предусмотрено проведение практических занятий в объёме 34 часа. Практические занятия охватывают все разделы дисциплины, проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, на формирование способности применять теоретические знания на практике.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Балансы энергии, энтропии, эксергии. Минимальная работа разделения. Термодинамическая эффективность разделения. Особенности расчета фазового равновесия для идеальных и неидеальных систем.	2
2	1	Равновесные отношения. Относительная летучесть и относительная селективность разделения.	2
3	1	Конфигурация каскада. Каскады систем твердое тело-жидкость. Односекционные каскады жидкостной экстракции.	2
4	1	Степени свободы и классификация переменных для процессов разделения в противоточных каскадах.	2
5	2	Разделение многокомпонентных смесей, число ступеней и флегма. Распределение не ключевых компонентов.	2
6	2	истилляция (непрерывных) смесей с большим числом компонентов.	2
7	2	Химическая реакция. Поверхностные явления на границе раздела фаз.	2
8	2	Градиенты плотности и поверхностного натяжения: коэффициенты массоотдачи.	2
9	2	Разделение этилбензола и стирола с помощью ректификации.	2
10	3	Минимальная работа разделения: разделение в изотермических условиях, неизотермическое разделение. Эксергия.	2
11	3	Структура термодинамического к.п.д. при дистилляции водорода для получения дейтерия.	2
12	3	Разделение смеси водорода и метана с помощью парциальной конденсации и оценка термодинамического к.п.д	2
13	3	Разделение водорода и метана на палладиевой мембране.	2
14	4	Пути снижения энергозатрат при ректификации. Каскады колонн для экономии тепла.	2
15	4	Правила выбора рациональной последовательности ректификационных колонн для разделения многокомпонентных смесей	2
16	4	Коэффициент разделения и молекулярные свойства разделяемых компонентов	2
17	4	Жидкостная экстракция. Выбор растворителя.	2

		Физические взаимодействия в растворе. Экстрактивная дистилляция	

6.2. Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия по дисциплине «Физико-химия и технология разделения смесей» учебным планом не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

Рабочей программой дисциплины «Физико-химия и технология разделения смесей» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 57 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену). 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;
- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

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.

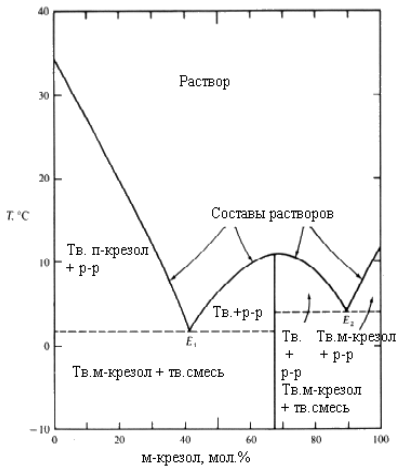
Фонд оценочных средств для контроля по освоению материала дисциплины «Физико-химия и технология разделения смесей» включает в себя две контрольные работы (максимальная оценка 30 баллов за каждую работу). Итоговый контроль проводится в виде устного экзамена.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Контрольная работа №1. (Максимальная оценка – 30 баллов)

Вариант контрольной работы

Задание 1.



Фазовая диаграмма системы *м*-крезол - *п*-крезол
с одним конгруэнтно плавящимся соединением (при содержании
м-крезола 67 массовых %); эвтектические точки наблюдаются при содержании *м*-крезола 40 и 90 масс. %.

Требуется рассчитать и представить графически зависимость коэффициента разделения для мета-крезола при равновесии жидкость-твердое от состава смеси (10 баллов).

Задание 2.

Объясните в деталях, опираясь на основные принципы термодинамики, почему смешение чистых химических веществ с образованием гомогенной смеси является так называемым спонтанным процессом, тогда как разделение этой смеси на чистые (или почти чистые) компоненты не протекает спонтанно (10 баллов).

Задание 3.

Сопоставьте достоинства и недостатки методов разделения, в которых разделяющим агентом служит энергия, с методами, в которых разделяющим агентом является масса (10 баллов).

Контрольная работа №2 (Максимальная оценка – 30 баллов)

Вариант контрольной работы

Задание 1.

Предложите два или более процессов для удаления 1 мол. % паров бензола из загрязненного им потока азота, выбрасываемого в атмосферу. Если предполагается использовать разделяющий агент в виде массы, укажите, какое вещество следует использовать. Детально объясните основания для выбора процесса разделения, его достоинства и недостатки (10 баллов).

Примечание. Бензол: температура плавления 5,53°С, температура кипения 80,1°С, скрытая теплота плавления 9,843 кДж/моль, скрытая теплота испарения 30,77 кДж/моль.

Неограниченно растворим в углеводородах, эфирах, хуже – в метаноле, не растворим в этиленгликоле, глицерине.

Задание 2.

Абсорбция газа жидкостью в нестационарных условиях: модель Хигби. Объясните физический смысл модели, запишите исходную систему уравнений и граничных условий. Дайте оценку толщины диффузионного слоя, приведите выражение для коэффициента массоотдачи (10

баллов).

Задание 3

Поясните, чем отличается концентрация ά газа, растворенного в жидкой фазе при совмещении массообмена в жидкой фазе с химической реакцией, от концентрации при физической абсорбции *с* (10 баллов).

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины. (экзамен).

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины.

1. Дайте определение процессов разделения. В чем принципиальное отличие процессов смешения и разделения?
2. Производство пара-ксилола: нарисуйте и поясните технологическую схему разделения смеси продуктов, поступающих из риформера, в котором парафины нефтяной фракции превращаются в ароматические соединения.
3. Роль процессов разделения в защите воздушного и водного бассейнов. Приведите примеры конкретных процессов.
4. Многообразие процессов разделения. Приведите примеры технологических процессов, в которых разделение смесей играет ключевую роль.
5. Каково соотношение между стоимостью чистых веществ и их концентрациями в природных смесях, из которых они получены? Если имеется связь между ценой продукта и исходной его концентрацией, то на каких закономерностях она основана?
6. Поясните понятие разделяющего агента. Дайте общую классификацию процессов разделения и приведите конкретные примеры, указав разделяющий агент и принцип разделения.
7. Эффективный и равновесный коэффициенты разделения, их определение, сходство и различие. Какие ситуации соответствуют неравенствам $ά_{ij}<1$, $α_{ij}>1$ и $α_{ij} = 1$?
8. Равновесные отношения. Покажите, как равновесные отношения связаны с химическим потенциалом.
9. Равновесный коэффициент разделения при дистилляции. Охарактеризуйте зависимость $ά_{ij}$ от давления и температуры. Выведите зависимость $y_i = φ(x_i)$ через $ά_{ij}$ для бинарной системы и проиллюстрируйте графически ход зависимости $ά_{ij}$ при изменении концентрации легколетучего компонента ($0 \leq y_i \leq 1$) для положительных систем и для отрицательных систем с азеотропом.
10. Равновесный коэффициент разделения при экстракции. Выведите формулу и представьте графически зависимость коэффициента разделения от концентрации.
11. Равновесный коэффициент разделения при кристаллизации на примере бинарной системы мета-крезол – пара-крезол. Изобразите фазовую диаграмму *T,°C - концентрация мета-крезола, мол.%* и охарактеризуйте области кристаллизации и эвтектические точки. Изобразите графически как меняется коэффициент разделения при равновесии жидкость-твердое вещество $ά_{L\text{-}S}$ в зависимости от концентрации мета-крезола в жидкости x_L.
12. Дайте вывод выражения для коэффициента разделения при диффузии газов через пористую мембрану. Приведите формулу и укажите практический пример такого разделения.
13. Дайте вывод выражения для коэффициента разделения при опреснении морской воды методом обратного осмоса.
14. Минимальная работа разделения $W_{min,\ T}$. Дайте вывод для изотермического разделения идеальной бинарной смеси.
15. Минимальная работа разделения $W_{min,\ T}$. Дайте вывод для изотермического разделения неидеальной многокомпонентной смеси в случае полного и частичного разделения компонентов.
16. Дайте определение минимальной работы разделения $W_{min,\ To}$ для случая неизотермического разделения, используя понятие полезной работы (эксергии), и сравните полученное выражение с формулой для $W_{min,\ T}$при изотермическом разделении, записанной через энергию Гиббса.

16. Объясните, почему $W_{min,\ T}$ показывает нижнюю границу затрат энергии на разделение? Как отразится изменение давления на величине $W_{min,\ T}$? Сравните графически $W_{min,\ T}/RT$ при различных концентрациях исходного питания x_{AF} , подаваемого на разделение, при полном и частичном разделении смеси.
17. Чистая затраченная работа (максимальная полезная работа). Дайте вывод выражения для максимальной полезной работы при осуществлении процесса разделения только за счет подвода тепла, когда температура приемника тепла равна температуре окружающей среды.
18. Термодинамическая эффективность (к.п.д.) разделения η. Дайте определение и поясните структуру термодинамического к.п.д. на примере разделения изотопов водорода методом криогенной дистилляции.
19. Дайте определение разделительного каскада. Для чего вводится это понятие. Конфигурация каскада, односекционные и двухсекционные каскады.
20. Противоточный односекционный каскад для экстрагирования в системах твердое тело – жидкость. Получите формулу для определения концентрации растворимого вещества в нижнем продукте на *n*-й ступени X_n .
21. Противоточный односекционный каскад для экстрагирования в системах твердое тело – жидкость. Получите формулу для определения концентрации растворимого вещества в продукте, уходящем с нижним потоком с 1-й ступени X_1 для 5-ступенчатого каскада.
22. Противоточный односекционный каскад для экстрагирования в системах твердое тело – жидкость. Получите формулу для определения концентрации растворимого вещества в нижнем продукте, уходящем с последней ступени *N*-ступенчатого каскада.
23. Нарисуйте схему равновесной ступени односекционного каскада для жидкостной экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента *B*, перераспределя- емого между потоками питания *F* и экстрагента *S* в фазе раффината $X_B^{®}/X_B^{(F)}$ (не извлеченную в фазу экстрагента).
24. Прямоточный односекционный каскад для жидкостной экстракции. Запишите выражение для коэффициента экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента *B*, перераспределяемого между потоками питания *F* и экстрагента *S* в фазе раффината $X^{®}{}_B/X_B^{(F)}$ для второй ступени каскада $X_B^{(2)}/X_B^{(F)}$.
25. Односекционный каскад с перекрестным током фаз для жидкостной экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента В, перераспределяемого между потоками питания *F* и экстрагента S_B фазе раффината для промежуточной *n*-й ступени $X_B^{(n)}/X_B^{(F)}$ и для последней *N*-й ступени каскада.
26. Односекционный каскад с перекрестным током фаз для жидкостной экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента *B*, перераспределяемого между потоками питания *F* и экстрагента *S* в фазе раффината для промежуточной *n*-й ступени $X_B^{(n)}/X_B^{(F)}$ и для бесконечного числа равновесных ступеней $X_B^{(\infty)}/X_B^{(F)}$.
27. Противоточный односекционный каскад для жидкостной экстракции. Запишите выражение для коэффициента экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента *B*, перераспределяемого между потоками питания *F* и экстрагента *S* в фазе раффината для промежуточной *n*-й и для второй ступени каскада.
28. Противоточный односекционный каскад для жидкостной экстракции. Запишите выражение для коэффициента экстракции. Выведите формулу для расчета доли компонента *B*, перераспределяемого между потоками питания *F* и экстрагента *S* в фазе раффината для каскада из *N*противоточных ступеней $X_B^{(N)}/X_B^{(F)}$ и для бесконечно большого числа ступеней каскада.
29. Правило фаз Гиббса и формула для определения числа степеней свободы противоточных каскадов. Охарактеризуйте интенсивные, экстенсивные переменные, параметры оборудования и всю совокупность определяемых переменных для противоточных каскадов.
30. Нарисуйте схемы адиабатической и неадиабатической равновесной ступени противоточного каскада. Приведите формулы для определения числа независимых переменных N_V, числа независимых уравнений N_F и числа степеней свободы N_D для равновесной ступени в случае *k*-компонентного перерабатываемого потока.
31. Односекционный противоточный *N*-ступенчатый каскад: нарисуйте схему и приведите уравнения для расчета общего числа переменных $(N_V)_{каскада}$, числа независимых уравнений $(N_E)_{каскада}$ и числа степеней свободы $(N_D)_{каскада}$. Укажите практический пример *N*-ступенчатого противоточного каскада.

32. Двухсекционный противоточный каскад: нарисуйте схему на примере полной ректификационной колонны. Сформулируйте цель расчета ректификационной колонны. Дайте определение проектного и поверочного расчета. Сформулируйте принципы определения числа степеней свободы.
33. Многоступенчатые процессы разделения: определение, классификация.
34. Потенциально обратимые процессы: дистилляция близкокипящих смесей. Дайте вывод выражения для расчета максимальной полезной работы в единицу времени W_n'. Как зависит Wn' от равновесного коэффициента разделения при дистилляции $\acute{\alpha}_{ij}$? Запишите выражение для расчета термодинамического к.п.д. η процесса дистилляции.
35. Частично обратимые процессы: абсорбция газов. Нарисуйте схему абсорбционно-десорбционного цикла регенерации моноэтаноламина после абсорбционной очистки синтез-газа от диоксида углерода. Получите формулу для расчета максимальной полезной работы Wn' для многоступенчатого противоточного десорбера. Какова зависимость Wn' от равновесного коэффициента разделения $\acute{\alpha}_{ij}$?
36. Необратимые процессы: мембранное разделение. Выведите формулу для расчета максимальной полезной работы Wn' для многоступенчатого обратноосмотического мембранного модуля. Какова зависимость Wn' от равновесного коэффициента разделения $\acute{\alpha}_{ij}$? Прокомментируйте полученный результат.
37. Приведите примеры снижения энергозатрат при дистилляции за счет: (а) теплового насоса, (б) сближения равновесной и рабочей линий.
38. Обратимая дистилляция: нарисуйте схему устройства для приближения к обратимому процессу. Как инженер может использовать идею обратимой дистилляции на практике?
39. Нарисуйте энергосберегающие технологические схемы разделения трехкомпонентных смесей методом дистилляции. Нарисуйте и прокомментируйте схему дистилляции со связанными тепловыми и материальными потоками при разделении трехкомпонентной смеси A,B,C.
40. Выбор процесса разделения: перечислите факторы, влияющие на выбор процесса, дайте пояснения на конкретных примерах, проиллюстрируйте ответ графиками.
41. Выбор процесса разделения: поясните, как соотносятся затраты энергии на разделение для различных классов процессов (с разделяющим агентом в виде энергии, массы, для кинетических неравновесных процессов). Каковы условия конкурентоспособности процессов различных классов, например, с разделяющим агентом в виде энергии и кинетического процесса?
42. Приведите пример, как молекулярные свойства влияют на величину коэффициента разделения и определяют выбор процесса разделения. Дайте пояснение на примере разделения изомеров ксилола.
43. Объясните, используя основные принципы термодинамики, почему смешение чистых химических веществ с образованием гомогенной смеси является спонтанным процессом, тогда как разделение этой смеси на чистые (или почти чистые) компоненты спонтанно не протекает.
44. Объясните, основываясь на принципах термодинамики, почему разделение смеси на достаточно чистые компоненты или другие смеси, различающиеся по составу, требует подвода энергии к разделяемой смеси или уменьшения энергии системы.
45. Сопоставьте достоинства и недостатки методов разделения, в которых разделяющим агентом служит энергия, с методами, в которых разделяющим агентом является масса.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена.

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме устного экзамена. Экзамен включает в себя материал всех разделов дисциплины.

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов. Экзаменационные билеты содержат 3 вопроса, относящиеся к разным разделам дисциплины. Первый теоретический вопрос обязательно сопровождается математическим выводом.

1 вопрос – 16 баллов, вопрос 2 – 12 баллов, вопрос 3 – 12 баллов.

Пример экзаменационного билета

«Утверждаю» зав.каф. ПАХТ _____ Л.В. Равичев «__» _____ 20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** **Кафедра Процессов и аппаратов химической технологии** *Дисциплина: Физико-химия и технология разделения смесей* **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Билет № 15

1. Частично обратимые процессы: абсорбция газов. Нарисуйте схему абсорбционно-десорбционного цикла регенерации моноэтаноламина после абсорбционной очистки синтез-газа от диоксида углерода. Получите формулу для расчета максимальной полезной работы *Wn'* для многоступенчатого противоточного десорбера. Какова зависимость *Wn'* от равновесного коэффициента разделения $\acute{\alpha}_{ij}$?
2. Проиллюстрируйте выбор эффективного способа разделения на примере получения изомеров ксилола.
3. Сопоставьте достоинства и недостатки методов разделения, в которых разделяющим агентом служит энергия, с методами, в которых разделяющим агентом является масса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Процессы и аппараты химической технологии (в 5-и томах). М.: Химия, 2011. – 1230 с.
2. Комисаров Ю.А. Химическая технология: многокомпонентная ректификация: учеб. пособие для академического бакалавриата / Ю.А. Комисаров, К.Ш. Дам – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 255 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).
3. Равичев Л.В., Ильина С.И., Комляшев Р.Б., Носырев М.А., Сальникова Л.С., Бобылев В.Н. Задачник-тренажер по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие. - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2020. - 264 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии. М.: «Химия», 1988.
2. О. Инженерное оформление химических процессов. Пер. с англ. – М.: «Химия»,1969. – 624 с.
3. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: «Высшая школа», 1991.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571

- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Химические технологии» ISSN 1684-5811

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- http://www.chem-eng.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 6;
- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 30);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 50).

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

- 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: 16.05.2021).
- 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: 16.05.2021).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 16.05.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.openedu.ru (дата обращения: 16.05.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fepo.i-exam.ru/ (дата обращения: 16.05.2021).

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

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 0101.01.2021 составляет 1 716 243 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 проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

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.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Слайды презентаций для лекционного курса, печатные материалы для лекций и семинаров.

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

Для чтения курса лекций имеются компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства; подключение к локальной сети с выходом в Интернет.

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.

Для проведения занятий при изучении дисциплины с применением электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются компьютеры со средствами звуковоспроизведения, проектором, экраном и выходом в Интернет. Занятия проводятся в онлайн режиме с применением ЭИОС, Skype, Zoom, социальных сетей (ВК и др.), мессенджеров (WhatsApp и др.), электронной почты.

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, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных

курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, технологические справочники; справочные материалы в печатном и 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 № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	14	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Термодинамические характеристики процессов разделения. Теория каскадов.	*Знает:* принципы организации процессов разделения для проектирования и функционирования узлов разделения современных химических производств; *Умеет:* практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств. *Владеет:* основами выбора рациональных технологических схем разделения, методами их анализа и синтеза.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за **экзамен**.
Раздел 2. Ограничения характеристик разделения. Способы повышения эффективности разделения.	*Знает:* принципы организации процессов разделения для проектирования и функционирования узлов разделения современных химических производств; *Умеет:* практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за **экзамен**.

	Владеет: основами выбора рациональных технологических схем разделения, методами их анализа и синтеза.	
Раздел 3. **Анализ энергозатрат на разделение.**	*Знает:* основы построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей; *Умеет:* практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств. *Владеет:* основами построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей;	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за **экзамен**.
Раздел 4. **Способы энергосбережения при разделении смесей. Выбор процесса для разделения смеси.**	*Знает:* основы построения моделей малоотходных энергосберегающих процессов разделения многокомпонентных смесей. *Умеет:* практически использовать принципы и основанной на них методологии организации процессов разделения для проектирования и обеспечения регламентного функционирования узлов разделения современных химических производств. *Владеет:* основами выбора рациональных технологических схем узлов разделения, методами их анализа и синтеза.	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за **экзамен**.

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 – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

− 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 «Физико-химия и технология разделения смесей» основной образовательной программы 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.»

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 № _____ 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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информатики и компьютерного проектирования Гартманом Т.Н.

ст. преподавателем кафедры информатики и компьютерного проектирования Сафоновой В.Д.

к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«__» _____ 20__ г., протокол №__.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой ***информатики и компьютерного проектирования*** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «***Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» относится к вариативной части дисциплин учебного плана (***Б1.В.ДВ.03.02***). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области в области начертательной геометрии, инженерной графики и компьютерной графики.

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

З**адача дисциплины**: научить студентов создавать и редактировать технологическое оборудование для нефтехимической промышленности, трубопроводную обвязку, опорные конструкции, а также создавать отчеты по проекту и пользовательские библиотеки элементов.

Дисциплина «***Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» преподается в 3 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**: *ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2*

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	*ПК-1.1* Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы *ПК-1.2* Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности

		ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научнотехнических отчетов
	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

3. 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:	**1,42**	**51**	**38,25**
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	**2,58**	**93**	**69,75**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	*2,58*	*93*	*69,75*
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**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

		Академ. часов								
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**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. Основы и функции**	***27***	**-**	**2**	**-**	**4**	**-**	**-**	**-**	***21***
2.	**Раздел 2. 3D-моделирование**	***40***	**-**	**5**	**-**	**10**	**-**	**-**	**-**	***25***
3.	**Раздел 3. Создание и оформление чертежей**	**37**	-	**5**	-	**10**	-	-	-	**22**
4.	**Раздел 4. Оформление чертежей и проектной документации**	**40**	**-**	**5**	**-**	**10**	**-**	**-**	**-**	**25**
	Подготовка к экзамену	**0,4**	**-**		**-**		**-**	**-**	**-**	
	Экзамен	**35,6**	-		-		-	-	-	
	ИТОГО	**180**	-	**17**	-	**34**	-	-	-	**93**

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы и функции.

1.1. Обзор рынка продуктов САПР. Термины, определения, обозначения.
1.2. Графическая среда «AutoCAD Plant3D 2019». Рабочее пространство, интерфейс программы. Настройка AutoCAD на использование базы данных

Раздел 2. 3D-моделирование.

2.1. Создание нового чертежа на основе унифицированного шаблона. Вставка графических блоков арматуры и деталей с инструментальной палитры. Именованные слои
2.2. Технологические схемы P&ID.
2.3. Оборудование
2.4. Отрисовка и редактирование трубопроводов

Раздел 3. Создание и редактирование чертежей

3.1. Создание и редактирование параметрического оборудования из готовой библиотеки.
3.2. Создание и редактирование штуцеров на параметрическом оборудовании
3.3. Создание индивидуального оборудования и внесение его в библиотеку
3.4. Создание опор трубопроводов
3.5. Использование стандартных инструментов для построения сетки и конструкций. Редактирование конструкций

Раздел 4. Оформление чертежей и проектной документации.

4.1. Оформление чертежа
4.2. Создание отчетов о проекте
4.3. Компоновка чертежа на листах. Создание именованных видов и разрезов
4.4. Оформление (аннотации) чертежа
4.5. Автоматический нормоконтроль базы данных труб, арматуры и трубопроводных деталей.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:					
1	– структуру трехмерного пространства		+	+	+	
2	– области применения пакета AutoCAD Plant 3D;		+			+
3	– способы построения трехмерных моделей и параметрического оборудования			+	+	
4	– способы ведения сетевого проекта		+			+
5	– принципы работы с технологическими схемами			+		+
	Уметь:					
6	– манипулировать (моделировать) готовыми графическими динамическими блоками, отражающими реальные объекты арматуры и трубопроводных деталей в масштабе 1:1			+	+	
7	– пользоваться готовыми базами данных и создавать собственные библиотеки технологических объектов					+
8	– создавать конструкции и обвязки технологических линий			+		+
9	– работать над сетевым проектом и синхронизировать работу нескольких пользователей;		+			+
10	– компоновать и оформлять чертежи в соответствии с требованиями ГОСТ					+
11	– составлять спецификации и выводить отчеты в Excel					+
	Владеть:					
12	– терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие ***компетенции и индикаторы их достижения:*** *ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2*						
	Код и наименование ПК	**Код и наименование индикатора достижения ПК**				

13	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	*ПК-1.1* Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы *ПК-1.2* Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности *ПК-1.3* Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научнотехнических отчетов	+	+	+	+

14	ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	*ПК-4.1* Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств *ПК-4.2* Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1.	Рабочее пространство, интерфейс программы. Особенности настройки программы	3
2	1.2.	Использование встроенного шаблона. Вставка арматуры и деталей с инструментальной палитры.	3
3	2.1.	Технологические схемы P&ID.	3
4	2.2.	Встроенное оборудование и его вызов из системы	3
5	2.3.	Отрисовка и редактирование трубопроводов	3
6	2.4.	Использование готовых библиотек параметрического оборудования	3
7	3.1.	Создание и редактирование штуцеров	3
8	3.2.	Добавление созданного оборудования в библиотеку	3
9	3.3.	Создание опор трубопроводов	3
10	3.4.	Редактирование готовых конструкций с использованием стандартных инструментов Autodesk	3
11	3.5.	Оформление чертежа согласно ГОСТ	1
12	4.1.	Создание отчетов о проекте и вывод отчетов в Excel	1
13	4.2.	Компоновка чертежа на листах. Создание именованных видов и разрезов	1
14	4.3.	Автоматический нормоконтроль базы данных труб, арматуры и трубопроводных деталей.	1

6.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрено

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 ***экзамена*** и 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 практикума (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме ***экзамена*** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 14 практических работ. Максимальная оценка за практические работы составляет 4-5 баллов за каждую

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины при сдаче практических работ.

1. Основные понятия для работы с AutoCAD Plant3D.
2. Технологические схемы P&ID.
3. Что такое арматура (применительно к химическому производству)? Дать примеры.
4. Параметрическое оборудование.
5. Опоры трубопроводов.
6. Отчетная документация, ее вид и состав.
7. Изометрические схемы, виды и разрезы.
8. Оформление чертежей.
9. Оформление отчетной документации с использованием Excel.
10. Автоматический нормоконтроль.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Процедура создания нового сетевого проекта в программе "AutoCAD Plant 3D 2019" с использованием "Диспетчера проекта". Развертывание проекта на локальном компьютере. Развертывание проекта на сервере. Технология коллективного проектирования.
2. Редактирование группы данных в "Диспетчер данных" с использованием программы "Microsoft Office Excel". Формирование отчета по проекту. Экспорт отчета в "Excel" с последующим его редактированием. Импорт данных в "Диспетчер данных" и процедура синхронизации данных.
3. Настройка проекта AutoCAD Plant 3D/ P&ID. Создание новых классов объектов (миникаталогов - SPEC).
4. Создание блока объекта P&ID на основе графического блока AutoCAD. Назначение точек (порты) привязки к блоку объекта P&ID.
5. Создание и редактирование каталогов труб и трубопроводной арматуры. Варианты создания каталогов. Процедура импорта в "AutoCAD Plant 3D 2019" каталогов каталогов из "AutoPLANT".

6. Создание мини каталогов (SPEC) труб и трубопроводной арматуры из каталогов и их редактирование. Методы создания мини каталогов. Процедура импорта в "AutoCAD Plant 3D" каталогов из "AutoPLANT".
7. Процедура выполнения проверки всего проекта и отдельного чертежа P&ID. Настройка инструмента проверки. Определение ошибок, характерных для объектов и функций "AutoCAD P&ID 2019". Выявление ошибок, связанных с наличием базовых объектов AutoCAD, которые могут интерпретироваться как объекты P&ID. Поиск ошибок между объектами в 3D модели и элементами технологической схемы P&ID.
8. Добавление данных изоляции к трубопроводу в схеме P&ID в менеджере данных. Передача данных изоляции в трехмерную модель. Отображение изоляции в трехмерной модели трубопровода.
9. Какие типы ошибок определяет система проверки P&ID и вставляет в "Итоговый отчет" ошибок? Методы исправления ошибок.
10. Процедура добавления или редактирование параметрических трехмерных моделей опор труб на трехмерной модели трубопровода. Отображение трехмерной опоры на ортогональном и изометрическом чертежах.
11. Аннотирование двумерного чертежа проектной документации, полученного с трехмерной модели оборудования, и добавление размеров в чертеж. Синхронизация чертежа с трехмерной моделью.
12. Работа с ортогональными видами в чертеже. Создание двумерного чертежа. Аннотирование двумерного чертежа. Простановка размеров на двухмерном чертеже.
13. Процедура создания с трехмерной модели трубопроводной обвязки оборудования двумерных чертежей проектной документации.
14. Процедура импорта данных из чертежа технологической схемы P&ID в 3D модель оборудования. Настройка и формирование отчетов по базе данных проекта.
15. Какие типы ошибок определяет система при проверке на соответствие технологической схемы P&ID и трехмерной модели трубопровода и вставляет в "Итоговый отчет" ошибок? Настройка проверки трехмерной модели и исправление ошибок.
16. Создание трехмерной модели трубопровода с использованием данных мини-каталога и его изменение. Просмотр линий P&ID. Размещение объектов мини каталога в пространстве модели и на инструментальной палитре.
17. Типы ошибок системы проверки P&ID к базовым объектам AutoCAD в "Итоговом отчете" ошибок. Преобразование отрезка полилинии "AutoCAD" в объект трубопровода "AutoCAD P&ID 2011". Преобразование графического блока AutoCAD в объект класса "AutoCAD P&ID 2019".
18. Процедура добавления или редактирование штуцеров на трехмерной модели оборудования. Синхронизация штуцеров трехмерной модели с данными технологической схемы "AutoCAD P&ID 2019". Формирование отчета по штуцерам.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

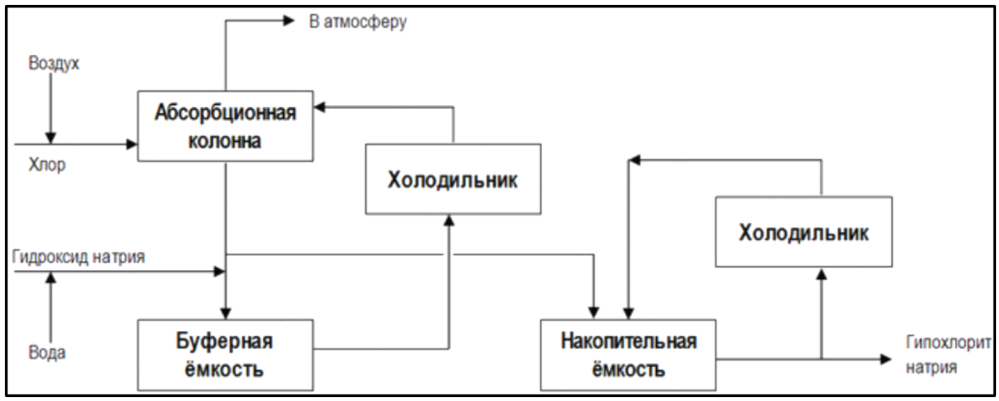
Экзамен по дисциплине «***Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для ***экзамена*** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для ***экзамена***:

«Утверждаю» Зав. кафедры ИКП (Должность, наименование кафедры) _____ _Гартман Т.Н. (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2021 г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** **Кафедра информатики и компьютерного проектирования** **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** **Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»** **Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии**

Билет № 1

3. Процедура выполнения проверки всего проекта и отдельного чертежа P&ID. Настройка инструмента проверки. Определение ошибок, характерных для объектов и функций "AutoCAD P&ID 2019". Выявление ошибок, связанных с наличием базовых объектов AutoCAD, которые могут интерпретироваться как объекты P&ID. Поиск ошибок между объектами в 3D модели и элементами технологической схемы P&ID.
4. По заданной технологической схеме создать трехмерную модель производства.



9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Жарков Н.В., Финков М.В., Прокди Р.Г. AutoCAD 2020. Полное руководство. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 642 с.

Б. Дополнительная литература

1. А. Беручева «Проектирование промышленных объектов в Autodesk AutoCAD Plant 3D», 2015 г. – 284 с.
2. Капустин В.М., Рудин М.Г., Кудинов А.М. «Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий», 2012 г. – 440 с.
3. В. Я. Магалиф, Д. М. Иткина, Л. Б. Корельштейн. «Монтажное проектирование химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» , 2010 г. – 344 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
– Презентации к лекциям.
– Методические рекомендации по выполнению практических работ.

Научно-технические журналы:
– - «САПР и графика» ISSN 1560-4640

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
http://doaj.org/
https://www.doabooks.org/
https://arxiv.org/
http://www.mdpi.com/
www.cadmaster.ru

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 80);

– программный комплекс AutoCAD Plant 3D 2019 (последняя версия получена на безвозмездной основе от компании Autodesk на 3 года как учебная версия программы для использования в некоммерческих в 2019 г. РХТУ им. Д.И. Менделеева);

– Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
– Почтовый мессенджер e-mail
– Мессенджер Telegram
– Видеоконференции в Skype, Zoom, Microsoft Teams
– Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы (обновить даты обращения):

– 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: 08.08.2021).

– 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: 08.08.2021).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7 (дата обращения: 08.08.2021).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://openedu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://i-exam.ru/ (дата обращения: 08.08.2021).

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 1 716 243 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 «***Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии***» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения практических работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, 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 курса. Демонстрационные материал по курсу.

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

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;
- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	657 комплектов. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
2	AutoCAD Plant 3D 2019	Serial Number: 564-11847957	3000 (сетевая версия)	28.02.2022

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы и функции.	Знает: - структуру трехмерного пространства; - области применения пакета AutoCAD Plant 3D; - способы ведения сетевого проекта; Умеет: - работать над сетевым проектом и синхронизировать работу нескольких пользователей; Владеет: - терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D;	Оценка за практикум №1,2 Оценка за экзамен
Раздел 2. 3D-моделирование.	Знает: - структуру трехмерного пространства; - способы построения трехмерных моделей и параметрического оборудования; - принципы работы с технологическими схемами; Умеет: - манипулировать (моделировать) готовыми графическими динамическими блоками, отражающими реальные объекты арматуры и трубопроводных деталей в масштабе 1:1; - создавать конструкции и обвязки технологических линий; Владеет: - терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D;	Оценка за практикум №3,4,5,6 Оценка за экзамен
Раздел 3. Создание и редактирование чертежей	Знает: - структуру трехмерного пространства; - способы построения трехмерных моделей и параметрического оборудования; Умеет: - манипулировать (моделировать) готовыми графическими динамическими блоками, отражающими реальные объекты арматуры и трубопроводных деталей в масштабе 1:1; Владеет: - терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D;	Оценка за практикум №7,8,9,10,11 Оценка за экзамен
Раздел 4. Оформление чертежей и проектной документации.	Знает: - области применения пакета AutoCAD Plant 3D; - способы ведения сетевого проекта;	Оценка за практикум №12,13,14 Оценка за экзамен.

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	- принципы работы с технологическими схемами; Умеет: - пользоваться готовыми базами данных и создавать собственные библиотеки технологических объектов; - создавать конструкции и обвязки технологических линий; - работать над сетевым проектом и синхронизировать работу нескольких пользователей; - компоновать и оформлять чертежи в соответствии с требованиями ГОСТ; - составлять спецификации и выводить отчеты в Excel; Владеет: - терминологией, принятой в работе с комплексом AutoCAD Plant 3D;	

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 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 рабочей программе дисциплины
«Автоматизация технологического проектирования при инжиниринге энерго- и ресурсосбержения в химической технологии»
основной образовательной программы
18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ)»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой мембранной технологии Г.Г. Каграманов

К.т.н., доцент кафедры мембранной технологии А.А. Свитцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
« 19 » мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической*

технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*» (ФГОС ВО), с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практики кафедрой *мембранной технологии* РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к ***обязательноц*** части учебного плана блока 2 Практика и рассчитана на проведение практики в 1 семестре обучения.

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

Задачами практики являются приобретение обучающимися первичных знаний в области организации научно-исследовательской деятельности и системе управления научными исследованиями; ознакомления с методологическими основами и практического освоения приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской и образовательной деятельности, ознакомления с деятельностью образовательных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы магистратуры; развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики 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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке; УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).

Общепрофессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования; ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования; ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок;
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования; ОПК-2.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний; ОПК-2.3 Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании.
Инженерная и техническая подготовка	ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3.1 Знает технологические основы организации современных производств соответствующего профиля; ОПК-3.2 Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку; ОПК-3.3 Владеет навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля

В результате прохождения практики студент магистратуры должен:

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика организуется в 1 семестре магистратуры на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	**Объем практики**		
	ЗЕ	**Акад. ч.**	**Астр.ч.**
Общая трудоемкость практики	**6**	**216**	**162**
Контактная работа – аудиторные занятия:	**2,83**	**102**	**76,5**
в том числе в форме практической подготовки	***2,83***	***102***	*76,5*
Практические занятия (ПЗ)	2,83	102	76,5
в том числе в форме практической подготовки	*2,83*	*102*	*76,5*
Самостоятельная работа	**3,17**	**114**	**85,5**
в том числе в форме практической подготовки:	**3,17**	**114**	**85,5**
Контактная самостоятельная работа	*3,17*	*0,4*	*0,3*
Самостоятельное изучение разделов практики		*113,6*	*85,2*
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	**Зачет с оценкой**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Ознакомление с историей и основами инжиниринга в химической технологии.

Тезисно перечисляется информация, которую узнают студенты в процессе прохождения учебной практики.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Посещение действующих предприятий химического профиля.

Ознакомление с основными технологическими стадиями, способами производства, областями применения различных продуктов химических производств.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области мембранной технологии, процессов и аппаратов химической технологии, общий химической технологии и компьютерного моделирования химических производств. Посещение … научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы в лабораториях.

Подготовка отчета о прохождении практики.

4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Объем раздела, акад. ч.
Раздел 1	Введение – цели и задачи учебной практики	2
Раздел 2	Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности организации	180
Раздел 3	Выполнение индивидуального задания. Оформление отчета	34
	Всего часов	**216**

4.2. Содержание разделов практики

Учебная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований и учебной работы (раздел 1, 2) и этап практического освоения деятельности ученого-исследователя (раздел 3).

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать: ***(перечень из п.2)***				
1	порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;		+	+	
2	порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.		+	+	+
	Уметь: ***(перечень из п.2)***				
3	осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;		+	+	
4	использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;			+	+
5	выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.			+	+
	Владеть: ***(перечень из п.2)***				
6	способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры;		+	+	+
7	методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;		+	+	
8	способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;			+	+
9	навыками выступлений перед учебной аудиторией.				+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие ***универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)***					
	Код и наименование УК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения УК (*перечень из п.2*)**			
10	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;	+		+
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;		+	

		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;	+	+	+
11	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+	+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).			+
	Код и наименование ОПК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения ОПК (*перечень из п.2*)**			
12	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ОПК-1.1 Знает методологические основы научного знания, теоретические и эмпирические методы исследования;	+		+
		ОПК-1.2 Умеет формулировать задачи научного исследования, использовать научно обоснованные методы их решения и представлять результаты научного исследования;	+		+
		ОПК-1.3 Владеет приёмами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок;		+	
13	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах исследования;	+	+	
		ОПК-2.2 Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний;		+	

		ОПК-2.3 Владеет способами обработки полученных результатов и их использования в научном исследовании.			+
14	ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3.1 Знает технологические основы организации современных производств соответствующего профиля;		+	
		ОПК-3.2 Умеет контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку;		+	
		ОПК-3.3 Владеет навыками моделирования и оптимизации инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля	+		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела практики	Темы практических занятий	Часы
1	1	Введение – цели и задачи учебной практики	2
2	2	Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности на выпускающей кафедре	24
3	2	Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности на выпускающей кафедре	24
4	2	Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности на выпускающей кафедре	24
5	2	Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности на выпускающей кафедре	24
6	2	Выполнение индивидуального задания. Оформление отчета	4

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

– посещение научных семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– посещение занятий ведущих профессоров и доцентов кафедр;

– изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;

– знакомство с опытно-экспериментальной базой кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

Практическое освоение приемов организации научно-исследовательской деятельности в вузе предусматривает личное участие обучающегося в проведении научных исследований и разработок кафедры, включая:

– участие в выполнении научно-исследовательских работ кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– участие в подготовке отчетных материалов по научно-исследовательским работам кафедры (проблемной лаборатории, научной группы).

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

8.1. Примеры оценочных средств текущего контроля знаний

Примерный перечень тем индивидуальных заданий по учебной практике.

1. Методическая помощь бакалавру по сбору, систематизации и анализу научной литературы по его выпускной квалификационной работе.
2. Проведение анкетирования студентов по специальным дисциплинам кафедры.
3. Сбор и систематизация материалов по тематике магистерской диссертации с использованием отечественных и международных библиотечных систем, и баз цитирования.

4. Разработка иллюстративного материала к одной из лекций по практике кафедры в форме постера.

5. Сбор и систематизация материалов к составлению конспекта одной из лекций по практике кафедры.

6. Сбор и систематизация материалов к составлению отчета о выполнении этапа календарного плана научно-исследовательской работы.

7. Разработка календарного плана прохождения производственной практики бакалавра на одном из предприятий отрасли.

8. Разработка программы прохождения производственной практики бакалавра в отраслевом научно-исследовательском институте.

9. Разработка доклада по материалам научного исследования и иллюстративного материала в форме презентации.

10. Подготовка и проведение практического занятия со студентами бакалавриата по использованию специализированного программного обеспечения в области проектной деятельности, водоподготовки и газоочистки.

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

1. Порядок организации и проведения образовательного процесса с использованием современных технологий обучения.
2. Основные методы и формы реализации образовательного процесса в высших учебных заведениях.
3. Особенности организации научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
4. Принципы планирования научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
5. Контроль качества образования: критерии оценки, система текущего и итогового контроля.
6. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ.
7. Методологические подходы к организации и осуществлению образовательной деятельности.
8. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Internet-технологий.
9. Цели, задачи, формы выпускной квалификационной работы бакалавров, обучающихся по технологическим направлениям.
10. Требования к оформлению учебных научно-исследовательских и выпускных научно-исследовательских работ бакалавров.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература
А. Основная литература

1. Резник С. Д., Игошина И. А. Студент вуза: технологии и организации обучения. М.: «ИНФРА-М», 2009. 475 с.
2. Кожухар В. М. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013. 216 с.
3. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.
4. Пятницкая-Позднякова И. С. Основы научных исследований в высшей школе. Учебное пособие. М.: Высшая шк., 2003. 116 с.
5. Булатова О. С. Искусство современного урока. М.: «Academia», 2007. 256 с.

6. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Academia, 2007. 368 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710
- Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439
- Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172
- Журнал «Desalination» ISSN 0011-9164

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.membrane.msk.ru
- http://www.sciencedirect.com
- https://ru.espacenet.com/
- https://www.elsevier.com/

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку обеспечивает информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации и ведения образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 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 ИБЦ использует технологию 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 занятия по практике проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента – *в соответствии с УП.*

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Если необходима наглядная демонстрация каких-либо материалов, то для семинарских занятий используются электронные средства демонстрации, имеющиеся на кафедре: компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, наглядные образцы мембран, модулей на их основе и оборудования.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:

учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;

учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;

электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents 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 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение – цели и задачи учебной практики	*Знает:* – порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий; – порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры. *Умеет:* – осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий. *Владеет:* – способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры; – методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по практике и зачет
Раздел 2. Знакомство с организацией научно-исследовательской и образовательной деятельности	*Знает:* – порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий; – порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры. *Умеет*: – осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий; – использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты; – выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки. *Владеет*: – способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры; – методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности; – способностью на практике использовать	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по практике и зачет

	умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ.	
Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Оформление отчета	*Знает:* порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры. *Умеет:* – использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты; – выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки. *Владеет:* – способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры; – способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ; – навыками выступлений перед учебной аудиторией.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по практике и зачет

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 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;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– 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 практики

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

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»
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

_____ С.Н. Филатов
«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой мембранной технологии Г.Г. Каграманов

К.т.н., доцент кафедры мембранной технологии А.А. Свитцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
« 19 » мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,* магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*» (ФГОС ВО), с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой *мембранной технологии* РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к ***части, формируемой участниками образовательных отношений*** учебного плана блока 2 Практика и рассчитана на проведение практики в 2,3,4 семестрах обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области проектной и научно – исследовательской деятельности в области инжиниринга энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, включая мембранную технологию.

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

Задачами практики являются приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию следующих ***компетенций и индикаторов их достижения:***

Универсальных компетенций и индикаторов их достижения:

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке; УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).

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: 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-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и	- Химическое, химико-	ПК-2. Готов к анализу и	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к

прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	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).	систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»,

технологической документации	и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	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)
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	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств **ПК-4.2** Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии **ПК-4.3** Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

	производства).			С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **ПК-5.2** умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения **ПК-5.3** владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)

В результате прохождения практики студент магистратуры должен:

Знать:

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

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

Уметь:

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

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

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

Владеть:

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

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

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 2-4 семестрах магистратуры на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой *(2,3 семестр) и экзамена (4 семестр)*.

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

Вид учебной работы	Всего		Семестр					
			2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	**ЗЕ**	Астр. ч.	**ЗЕ**	Астр. ч.	**ЗЕ**	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	**30**	**810**	**9**	**243**	**6**	**162**	**15**	**405**
Контактная работа – аудиторные занятия:	**14,64**	**395,25**	**4,25**	**114,75**	**3,31**	**89,25**	**7,08**	**191,25**
в том числе в форме практической подготовки	***14,64***	***395,25***	***4,25***	***114,75***	***3,31***	***89,25***	***7,08***	***191,25***
Практические занятия (ПЗ)	14,64	395,25	4,25	114,75	3,31	89,25	7,08	191,25
в том числе в форме практической подготовки	*14,64*	*395,25*	*4,25*	*114,75*	*3,31*	*89,25*	*7,08*	*191,25*
Самостоятельная работа	**14,36**	**387,75**	**4,75**	**128,25**	**2,69**	**72,75**	**6,92**	**186,75**
в том числе в форме практической подготовки:	**14,36**	**387,75**	**4,75**	**128,25**	**2,69**	**72,75**	**6,92**	**186,75**
Контактная самостоятельная работа	*14,36*	*0,6*	*4,75*	*0,3*	*2,69*	*0,3*	-	-
Самостоятельное изучение разделов практики		*387,15*		*127,95*		*72,45*	*6,92*	*186,75*
Виды контроля:								
Экзамен	**1**	**36**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1**	**27**
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	*0,4*	**-**	-	**-**	-	*1*	*0,3*
Подготовка к экзамену.		*35,6*		-		-		*26,7*
Вид итогового контроля:			**Зачет с оценкой**		**Зачет с оценкой**		**Экзамен**	

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1. Разделы практики и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов			
		Всего	Аудит. работа	Сам. работа	Экзамен (4 семестр)
1	**Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований.**	**1054**	**527**	**527**	+
1.1	Выполнение научных исследований.	*527.*	*491*	*36*	+
1.2	Подготовка научного доклада и презентации.	*527.*	*36*	*491*	+
	ИТОГО	**1080**	**527**	**527**	**36**

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований

1.1. Выполнение научных исследований.

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

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

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

1.2. Подготовка научного доклада и презентации.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1.1	Раздел 1.2
	Знать: ***(перечень из п.2)***			
1	– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области исследования;		+	
2	– теоретические основы и области оптимального применения энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.			+
	Уметь: ***(перечень из п.2)***			
3	– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;		+	
4	– работать на современных приборах и установках, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;			+
5	– применять теоретические знания, полученные в рамках изучаемой программы магистратуры для интерпретации экспериментальных данных.		+	
	Владеть: ***(перечень из п.2)***			
6	– навыками обращения с научной и технической литературой и выстраивание логических взаимосвязей между различными литературными источниками;		+	+
7	– навыками построения причинно-следственных связей между экспериментальными и теоретическими данными.		+	+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие ***(какие) компетенции и индикаторы их достижения:*** ***(перечень из п.2)***				
	Код и наименование УК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения УК (*перечень из п.2*)**		
8	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;	+	+
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;	+	

		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;	+	+
9	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках;	+	+
		УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;		+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).		
	Код и наименование ПК *(перечень из п.2)*	**Код и наименование индикатора достижения ПК (*перечень из п.2*)**		
10	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	+	
		– ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности		+
		– ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	
11	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	

	решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ		+
		– ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+
12	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности		+
		– ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+
		– ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности		+
13	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	+	
		ПК-4.2 – Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии	+	+
		ПК-4.3 – Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.		+
14	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	+	+
		ПК-5.2 умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения		+

		ПК-5.3 владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности		+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия состоят в выполнении обучающимся научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ приведен в п. 8.1 настоящей программы.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На практику учебным планом выделено 517 акад. часов (387,75 астрон. часов) самостоятельной работы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Комплект оценочных средств по практике предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы практики. А также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает:

– оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;

– оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой во 2,3 семестре и экзамена в 4 семестре.

8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

– Исследование нестационарного электродиализа
– Получение и свойства образцов каменной керамики на основе габбро-базальтовых магматических пород
– Моделирование процессов периодической ректификации на примере получения четырёххлористого углерода особой чистоты
– Исследование влияния основных технологических параметров на эффективность нанофильтрационного выделения лактата аммония
– Синтез рутениевого катализатора на основе керамических ячеистых материалов для процесса гидрирования углекислого газа
– Разработка комплексной системы очистки сточных вод аффинажного производства от соединений тяжелых металлов
– Осушка и очистка природного газа от кислых компонентов
– Влияние обработки гипохлоритом натрия на характеристики ультрафильтрационных мембран из смеси полисульфона и поливинилпирролидона
– Кинетические закономерности процесса дегидрирования циклогексанола в циклогексанон

8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики

Контрольные работы проводится в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

Контрольная работа №1

Максимальная оценка – 20 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 – 20 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.

Контрольная работа №3

Максимальная оценка – 20 баллов

– Соответствие содержания отчета программе исследования.
– Качество оформления отчета.
– Содержание презентации научно-исследовательской работы.

8.3. Итоговый контроль освоения практики (зачет с оценкой, ***экзамен***)

Максимальное количество баллов за ***зачет с оценкой*** (2, 3 семестр) – 40 баллов, за ***экзамен*** (4 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики (2, 3 семестр – ***зачет с оценкой***)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы.

1. Виды и структура научно-исследовательской деятельности.
2. Нормативно-техническая база организации и проведения научно-исследовательских работ.
3. Приемы и инструменты анализа динамики научных публикаций.
4. Цели и формы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
5. Приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
6. Состав и особенности подготовки документации для оценки способности результатов интеллектуальной деятельности к правовой охране.
7. Состав и особенности подготовки документации для коммециализации результатов интеллектуальной деятельности.
8. Ноу-хау: порядок и процедура оформления, особенности действия.
9. Национальные патенты: порядок и процедура оформления, особенности действия.
10. Международные патенты: порядок и процедура оформления, особенности действия.

8.3.2 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики (3 семестр – экзамен – *или другой вид контроля УП*)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы.

11. Виды и структура научно-исследовательской деятельности.
12. Нормативно-техническая база организации и проведения научно-исследовательских работ.
13. Приемы и инструменты анализа динамики научных публикаций.
14. Цели и формы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
15. Приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
16. Состав и особенности подготовки документации для оценки способности результатов интеллектуальной деятельности к правовой охране.
17. Состав и особенности подготовки документации для коммециализации результатов интеллектуальной деятельности.
18. Ноу-хау: порядок и процедура оформления, особенности действия.
19. Национальные патенты: порядок и процедура оформления, особенности действия.
20. Международные патенты: порядок и процедура оформления, особенности действия.
21. Состав и особенности подготовки научно-технической документации для проведения научных исследований.
22. Состав и особенности подготовки научно-технической документации для проведения опытно-конструкторских и технологических работ.
23. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских работ.
24. Требования к оформлению результатов опытно-конструкторских и технологических работ.

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

8.4. Структура и пример билетов *экзамен*

Экзамен по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к экзамену:

<table>
<tr><td rowspan="5">«Утверждаю»

_____
(Должность, наименование кафедры)

_____ _____
(Подпись) (И. О. Фамилия)
«__» _____ 20__г.</td><td>Министерство науки и высшего образования РФ</td></tr>
<tr><td>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</td></tr>
<tr><td>Кафедра мембранной технологии</td></tr>
<tr><td>18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»</td></tr>
<tr><td>Производственная практика: научно-исследовательская работа</td></tr>
<tr><td colspan="2">Билет № 1
1. Виды и структура научно-исследовательской деятельности.
2. Требования к оформлению результатов опытно-конструкторских и технологических работ.</td></tr>
</table>

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кукушкина В.В. Организация научно-исследовательской работы студентов (бакалавров): Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 265с.
2. Герасимов Б.И., Дробышева В.В., Злобина Н.В. и др. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. 202 с.

Б. Дополнительная литература

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих веществ.- М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по технологии вяжущих материалов.- М.: Высшая школа, 1973. 504 с.
3. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В. и др. Химическая технология керамики: Учебное пособие для вузов. Под. ред. проф. И.Я.Гузмана. М.:ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
4. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В. и др. Практикум по химической технологии керамики: Учебное пособие для вузов / Под. ред. проф. И.Я. Гузмана. М.:ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. 336 с.
5. Технология стекла. Справочные материалы / Под ред. акад. РАН П.Д. Саркисова, д.т.н. В.Е. Маневича, д.т.н. В.Ф. Солинова, д.т.н. К.Ю. Субботина М.: РХТУ, НИТС, Стромизмеитель, АиСТ, ГУП «ИПК «Чувашия», 2012. 647 с.
6. Павлушкин Н.М., Сентюрин Г.Г., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. М.: Стройиздат, 1970. 512 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710
- Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439
- Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172
-

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.membrane.msk.ru
- http://www.sciencedirect.com
- https://ru.espacenet.com/
- https://www.elsevier.com/

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 01.01.2021 составляет 1 716 243 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 занятия по практике проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:
Газоразделительная мембранная установка "Грасис" на полых волокнах
Газоразделительная установка "Эверест - У" на основе плоских мембран
Установка мембранная ультрафильтрационная
Установка электродиализная
Установка для изучения процесса мембранной флотации
Стенд для изучения процессов обратного осмоса и нанофильтрации
Стенд для изучения процесса ионного обмена
Установка по изучению процесса первапорации
Мембранная ультрафильтрационная установка
Установка для получения демирализованной воды
Стенд для исследования массопереноса через плоские мембраны
Установка очистки попутно-добываемых нефтяных и пластовых вод
Установка очистки и обессоливания сточных и природных вод
Установка для изучения распределения пор по размерам в мембране
Установка для определения среднего радиуса пор мембран

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:
учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;
учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;
электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

	Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams			

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование Разделов	**Основные показатели оценки** ***(перечень из п.2)***	**Формы и методы контроля и оценки**
Раздел 1.**Выполнение и представление результатов научных исследований.**	***Знает:*** -порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области исследования; -теоретические основы и области оптимального применения энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. ***Умеет:*** -осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; -работать на современных приборах и установках, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты; -применять теоретические знания, полученные в рамках изучаемой программы магистратуры для интерпретации экспериментальных данных. ***Владеет:*** -навыками обращения с научной и технической литературой и выстраивание логических взаимосвязей между различными литературными источниками; -навыками построения причинно-следственных связей между экспериментальными и теоретическими данными.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет о НИР и зачет

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 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;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– 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 практики

«Производственная практика: научно-исследовательская работа»
основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»
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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА»

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой мембранной технологии Г.Г. Каграманов

К.т.н., доцент кафедры мембранной технологии А.А. Свитцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
«19» мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* (ФГОС ВО), магистерская программа «*Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии*», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой *мембранной технологии* РХТУ им. Д. И. Менделеева.

Программа относится к ***части, формируемой участники образовательных отношений,*** учебного плана блока 2 Практика и рассчитана на проведение практики в 4 семестре (2 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины и иные другие практики, предусмотренные учебным планом, и имеют теоретическую и практическую подготовку в области проектной и научно – исследовательской деятельности в области мембранной технологии

Цель практики – подготовка к выполнению ВКР.

Задачами практики являются окончательное формирование у обучающихся универсальных и профессиональных компетенций, связанных с организацией научно-исследовательской деятельности и системой управления научными исследованиями; структурой организации и основных функциях исследовательских и управленческих подразделений; освоением нормативной документации и средств программного обеспечения исследовательского подразделения; приобретением опыта организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы; обобщением и систематизацией данных для выполнения выпускной квалификационной работы; развитием у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя

Способ проведения практики: **стационарная.**

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Прохождение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке; УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;
Коммуникация	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).

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: 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-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)

Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей

технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	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 С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
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	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств **ПК-4.2** Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии **ПК-4.3**	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.

комплекса работ по разработке технологической документации	проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.	Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии **ПК-5.2** умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения **ПК-5.3**	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной

	технологического производства).		владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности	защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /02.6. Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (уровень квалификации – 6)

В результате прохождения практики обучающийся должен:

знать:

– физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы;

– экономические показатели технологии;

– комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда.

Уметь:

– осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

– выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок;

– выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом.

Владеть:

– системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;

основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 4 семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	**Объем практики**		
	ЗЕ	**Акад. ч.**	**Астр.ч.**
Общая трудоемкость практики	**6**	**216**	**162**
Самостоятельная работа	**6**	**216**	**162**
в том числе в форме практической подготовки:	**6**	**216**	**162**
Контактная самостоятельная работа	*6*	*0,4*	*0,3*
Самостоятельное изучение разделов практики		*215,6*	*161,7*
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	**Зачет с оценкой**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Объем раздела, академ. часов
Раздел 1	Введение – цели и задачи преддипломной практики	*2*
Раздел 2	Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности	*178*
Раздел 3	Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета	*36*
	Всего часов	**216**

4.2. Содержание разделов практики

Преддипломная практика включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований и преддипломной работы (разделы 1, 2) и этап практического освоения деятельности ученого-исследователя (раздел 3).

Раздел 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики. Организационно-методические мероприятия. Технологические инструктажи.

Раздел 2. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности. Принципы, технологии, формы и методы организации и управления отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок на примере организации научной работы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы). Экономика и организация производства, охрана труда, охрана окружающей среды, меры техники безопасности в масштабах отделения, участка предприятия.

Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Оформление отчета. Личное участие обучающегося в выполнении научно-исследовательских работ кафедры

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать: ***(перечень из п.2)***				
1	– физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы;		+		
2	– экономические показатели технологии;			+	+
3	– комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда.			+	+
	Уметь: ***(перечень из п.2)***				
4	– осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;		+	+	+
5	– выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок;			+	+
6	– выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом.		+	+	
	Владеть: ***(перечень из п.2)***				
7	– системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;			+	+
8	– основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.		+	+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие ***(какие) компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)***					
	Код и наименование УК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения УК (*перечень из п.2*)**			
9	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;	+		+
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке;			+
		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач;	+	+	

10	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках;	+	+	+
		УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;			+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).			+
	Код и наименование ПК ***(перечень из п.2)***	**Код и наименование индикатора достижения ПК (*перечень из п.2*)**			
11	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы		+	
	–	– ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	+	+	
	–	– ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов			+
12	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной направленности и методики анализа явлений и процессов	+	+	

		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ		+	+
	–	– ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации		+	+
13	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности			+
	–	– ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+	+
	–	– ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+		+
14	ПК 4- Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	**ПК-4.1** Знает научные основы построения моделей и организации процессов современных химических производств	+		+
	–	**ПК-4.2** – Умеет решать задачи оптимизации процессов химической технологии			+
	–	**ПК-4.3** – Владеет пакетом прикладных программ для обработки результатов экспериментов и моделирования процессов в области профессиональной деятельности.		+	+
15	ПК – 5 Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	**ПК-5.1** знает научные и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	+	+	

	–	**ПК-5.2** умеет на основе научных исследований создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры и разрабатывать новые технические и технологические решения		+	+
	–	**ПК-5.3** владеет методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов в области профессиональной деятельности		+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении практики составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится.

При прохождении преддипломной практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

– посещение научных семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– применение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;

– использование опытно-экспериментальной базы кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

Практическое освоение приемов организации научно-исследовательской деятельности в вузе предусматривает личное участие обучающегося в проведении научных исследований и разработок кафедры, включая:

– включенное участие в выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);

– участие в подготовке и анализе отчетных материалов по научно-исследовательским, опытно-конструкторским и технологическим работам кафедры (проблемной лаборатории, научной группы).

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (например, зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении практики **«Производственная практика: преддипломная практика»** выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком рабочего учебного плана подготовки магистров по направлению подготовки *18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»*.

Отчет о прохождении практики должен содержать следующие основные разделы:

– титульный лист с наименованием вида практики и названия научно-исследовательской организации или производственного предприятия – места прохождения практики;

– содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);

– результаты выполнения обучающимся программы выпускной квалификационной работы в процессе прохождения практики:

– *при выполнении выпускной квалификационной работы в виде НИР:*

– цели и задачи научной работы;

– анализ информации, полученной из различных информационных источников, по теме итоговой квалификационной работы;

– сведения о материалах, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;

– описание методов исследования и научно-исследовательского оборудования, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;

– полученные экспериментальные результаты и их обсуждение;

– основные выводы по результатам экспериментальной работы, выполненной во время прохождения практики;

– *при выполнении выпускной квалификационной работы в виде РГР:*

– обоснование точки строительства, мощности, ассортимента выпускаемой продукции и основной концепции предприятия или линии по производству …;

– технологической схемы и описание работы технологической линии или предприятия;

– основные технологические расчеты технологической линии или предприятия

– входной, производственный контроль и методы контроля качества готовой продукции;

– графический материал (чертежи), предусмотренные планом выпускной квалификационной работы

– Список использованных литературных источников.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Таблицы и рисунки выполняются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Текстовый материал необходимо иллюстрировать рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют;

Ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008

8.2. Примерная тематика отчетов по практике

– Тематика отчетов по практике должна соответствовать тематике выпускной квалификационной работы (ВКР).

– Исследование нестационарного электродиализа

– Получение и свойства образцов каменной керамики на основе габбро-базальтовых магматических пород

– Моделирование процессов периодической ректификации на примере получения четырёххлористого углерода особой чистоты

– Исследование влияния основных технологических параметров на эффективность нанофильтрационного выделения лактата аммония

– Синтез рутениевого катализатора на основе керамических ячеистых материалов для процесса гидрирования углекислого газа

– Разработка комплексной системы очистки сточных вод аффинажного производства от соединений тяжелых металлов

– Осушка и очистка природного газа от кислых компонентов

– Влияние обработки гипохлоритом натрия на характеристики ультрафильтрационных мембран из смеси полисульфона и поливинилпирролидона

– Кинетические закономерности процесса дегидрирования циклогексанола в циклогексанон

8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (*зачет с оценкой*)

25. Цели, задачи, формы научной деятельности организации.
26. Общие принципы и особенности организации научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
27. Принципы планирования научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
28. Особенности управления проектной деятельностью в высшем учебном заведении.
29. Финансирование научных исследований и разработок в высшем учебном заведении.
30. Системный подход в планировании и организации научно-исследовательских и проектных работ.
31. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ в высшем учебном заведении.
32. Методологические подходы к организации и проведению опытно-конструкторских и технологических работ в высшем учебном заведении.
33. Общие принципы организации проведения экспериментов и испытаний.
34. Формы и приемы управления научно-исследовательским коллективом.
35. Методы расчета при разработке заданий для отдельных исполнителей научно-исследовательских работ.
36. Принципы разработки заданий для исполнителей научных исследований.
37. Должностные функции руководящего персонала научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (руководителя научной группы, проекта, программы).
38. Возможные проблемы при осуществлении научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении и способы их решения.

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

8.4. Структура и пример билетов для *зачета с оценкой*

Зачет с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой *(или другой ид контроля из УП)*:

«Утверждаю» _____ (Должность, наименование кафедры) _____ _____ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** **Кафедра мембранной технологии** **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** **Магистерская программа –** **«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»** **<u>Производственная практика: преддипломная практика</u>**

Билет № 1

1. Принципы планирования научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении

2. Должностные функции руководящего персонала научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (руководителя научной группы, проекта, программы).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

7. … Тихонов В. А., Ворона В. А., Митрякова Л. В. Теоретические основы научных исследований: Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2016. 320 с.

8. Плешков В. П. Экономика научных исследований: Методиеские указания. СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. 64 с.

9. Герасимов Б. И., Дробышева В. В., Злобина Н. В. и др. Основы научных исследований. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 272 с.

10. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.

11. Требования к оформлению выпускных квалификационных (дипломных) и курсовых работ: методические указания / Сост. В.М. Аристов, С.Г. Комарова, Х.А. Невмятуллина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 36 с.

Б. Дополнительная литература

1. Пятницкая-Позднякова И. С. Основы научных исследований в высшей школе. Учебное пособие. М.: Высшая шк., 2003. 116 с.

2. Кожухар В. М. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013. 216 с.

3. Поиск патентной информации / Сост.: Т. В. Мещерякова, Е. А. Василенко, М. А. Сиротина, Д. А. Бобров, А. Л. Владимиров – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. 48 с.

4. Основы инновационного менеджмента: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Коссова. М.: Магистр. 2009. 432 с.

5. 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:

Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710

Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X

Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439

Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- http://www.membrane.msk.ru
- http://www.sciencedirect.com
- https://ru.espacenet.com/
- https://www.elsevier.com/

1.

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 01.01.2021 составляет 1 716 243 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 практика проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Научные лаборатории, снабженные следующим оборудованием:
Газоразделительная мембранная установка "Грасис" на полых волокнах
Газоразделительная установка "Эверест - У" на основе плоских мембран
Установка мембранная ультрафильтрационная
Установка электродиализная
Установка для изучения процесса мембранной флотации
Стенд для изучения процессов обратного осмоса и нанофильтрации
Стенд для изучения процесса ионного обмена
Установка по изучению процесса первапорации
Мембранная ультрафильтрационная установка
Установка для получения демирализованной воды
Стенд для исследования массопереноса через плоские мембраны
Установка очистки попутно-добываемых нефтяных и пластовых вод
Установка очистки и обессоливания сточных и природных вод
Установка для изучения распределения пор по размерам в мембране
Установка для определения среднего радиуса пор мембран

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:
учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;
учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;
электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents 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 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение – цели и задачи преддипломной практики	*Знает:* – физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы. *Умеет:* – осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы; – выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом. *Владеет:* – основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по практике и зачет
Раздел 2. Организация и осуществление научно-исследовательской и производственной деятельности	*Знает:* – экономические показатели технологии; – комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда. *Умеет*: – осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы; – выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок; – выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом. *Владеет*: – системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры; – основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по практике и зачет
Раздел 3. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной	*Знает:* – экономические показатели технологии; – комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда.	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за отчет по

квалификационной работы. Оформление отчета	*Умеет:* – осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы; – выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок. *Владеет:* – системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры.	практике и зачет

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 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;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.11.2020, протокол № 4, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД;

– 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 практике

«Производственная практика: преддипломная практика»
основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»
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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ: ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Магистерская программа – «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой мембранной технологии Г.Г. Каграманов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мембранной технологии
« 19 » мая 2021 г., протокол № 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам магистратуры, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения студентами основной образовательной программы по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***».

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО***)***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***».

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура для направления подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*** (ФГОС ВО***)***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***», рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Магистр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, обучающихся по программе магистратуры проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области научно-исследовательской и проектной деятельности в инжиниринге химической технологии, включая мембранную технологию

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

З**адачи государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

К **государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**, допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологи***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***».

У выпускника, освоившего программу магистратуры, должны быть сформированы следующие **компетенции**:

Универсальные компетенции:

– УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

– УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

- УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

- УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

- УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

- УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Общепрофессиональные компетенции:

– ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок

- ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты

- ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку

Профессиональные компетенции:

- ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их

- ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации

- ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения

- ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку

- ПК-5. Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированнность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности. Студент должен:

Знать:

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- - правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;
- приемы защиты интеллектуальной собственности;
- теоретические и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Уметь:

- разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;
- создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;
- координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве;

Владеть:

- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов;
- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;

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

3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, проходит в 4 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 324 академических часов (9 ЗЕ).

Вид учебной работы	**Объем ГИА**		
	ЗЕ	**Акад. ч.**	**Астр. ч.**

Общая трудоемкость ГИА	**9**	**324**	**243**
Самостоятельная работа	**9**	**324**	**243**
Контактная работа – итоговая аттестация	*9*	*0,67*	*0,5*
Выполнение, написание и оформление ВКР		*323,33*	*242,50*
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	**защита ВКР**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, в форме защиты ВКР проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***, магистерская программа «***Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии***» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

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

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

Материалы, представляемые к защите:

выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);

задание на выполнение ВКР;

отзыв руководителя ВКР;

рецензия на ВКР;

презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;

доклад.

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

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

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности	Защита ВКР
***Знать*:** (перечень из п.2)	
– принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;	+
– правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;	+
– приемы защиты интеллектуальной собственности;	+
– теоретические и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.	+
Уметь: (перечень из п.2)	
– разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;	+
– создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;	+
– разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;	+
– координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве;	+
Владеть: (перечень из п.2)	
– методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов;	+
– навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;	+
– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.	+
В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированнность следующих ***компетенций:*** (перечень из п.2)	
Универсальных компетенций:	
– УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	+

– УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	+
– УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	+
– УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	+
– УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	+
– УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	+
Общепрофессиональных компетенций:	
– ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	+
– ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	+
– ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	+
Профессиональных компетенций:	
– ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	+
– ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	+
– ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	+
– ПК-4. Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	+
– ПК-5. Способен на основе научных исследований разрабатывать и внедрять технологические решения в области профессиональной деятельность	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение практических занятий не предполагает.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки *18.04.02* Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» проведение лабораторных занятий не предполагает.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» предполагает 324 акад. часов самостоятельной работы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Очистка технологических вод от тяжелых металлов
2. Баромембранные методы очистки картофельного сока
3. Анализ эффективности мембранной системы опреснения на основе возобновляемых энергоресурсов
4. Исследование эффективности обратного осмоса при подготовке деминерализованной воды
5. Влияние состава формовочного раствора на характеристики половолоконной ультрафильтрационной мембраны
6. Получение концентрата гуминовых веществ из природных вод мембранными методами
7. Разработка технологии регенерации метанола из водных смесей первапорацией
8. Алгоритм принятия решений при проектировании систем очистки попутных вод нефтедобычи
9. Выделение диоксида углерода из воздуха в замкнутых системах
10. Нанофильтрационное извлечение тяжелых металлов из растворов
11. Обезвоживание изопропанола методом первапорации на композитных мембранах
12. Исследование нанофильтрационной очистки и извлечения лактата аммония
13. Разработка технологии опреснения морской воды на основе нанофильтрации и обратного осмоса
14. Мембранная очистка сточных вод, содержащих фоторезист
15. Разделение многокомпонентных растворов электродиализом
16. Разработка технологии разделения многокомпонентных смесей нанофильтрацией
17. Реагентно-мембранное умягчение воды
18. Очистка медьсодержащих сточных вод обратным осмосом
19. Исследование нанофильтрационного фракционирования высококонценрированных растворов сильных электролитов
20. Интенсификация процессов обезжелезивания природных вод методом УФ (производительностью 3000 м3/сутки)
21. Полимерные материалы и мембраны для выделения диоксида углеродов из газов
22. Разработка технологии очистки ПДВ месторождения высоковязкой нефти
23. Разработка технологии очистки шахтных вод Челябинского угольного бассейна
24. Повышение селективности обратноосмотических мембран в системах деминерализации воды за счет дозирования сульфатов
25. Повышение селективности обратноосмотических мембран в системах деионизации воды за счет дозирования полиэлектролитов
26. Выделение ацетонитрила из водных растворов парофазным мембранным методом
27. Определение ресурса и разработка технологии регенерации стадии электродеионизации в системах водоподготовки
28. Разработка методики экспресс-оценки эффективности ингибиторов осадкообразования в мембранной водоподготовке
29. Влияние основных технологических параметров на массоперенос при разделении воздуха на основе половолоконных мембранных модулей
30. Исследование совмещенного процесса каталитической дистилляции при получении бромдифторуксусной кислоты из ее метилового и этилового эфиров
31. Исследование влияния комплексного химического и физического (ультразвукового и микроволнового) воздействия на процесс очистки воды от водо-нефтяных эмульсий
32. Разработка рабочей документации на базе российской программной платформы ModelStudioCS

33. Математическое моделирование и исследование производства метанола из природного газа
34. Расчет технологических и конструкционных параметров ректификационных процессов на основе компьютерного моделирования статических и динамических режимов процесса разделения
35. Разработка алгоритмов параметрической идентификации математических моделей гетерогенно-каталитических реакторных процессов
36. Анализ параметрической чувствительности математических моделей процесса непрерывной ректификации при определении конструкции ректификационных колонн
37. Разработка алгоритмов расчета аварийных сбросов на химических предприятиях
38. Разработка методики экспресс-оценки эффективности ингибиторов осадкообразования в мембранной водоподготовке
39. Технология керамических блочных ячеистых носителей регенеративного продукта на основе пероксидов щелочных металлов
40. Применение тепловых насосов в ректификации

8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-ей контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объём заимствования.

8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы

Итоговым контролем освоения образовательной программы является проверка сформированности компетенций выпускника, проводимая на защите ВКР. Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируются Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации 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.

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

Критерии для оценки выпускной квалификационной работы

Оценка ***«отлично»*** выставляется за ВКР при следующих условиях:

– постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;

– содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;

– изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;

– промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;

– публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;

– все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;

– содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;

– изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;

– промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– соблюдены основные требования к оформлению научных работ;

– публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;

– текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;

– содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;

– изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;

– выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;

– значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;

– содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;

– работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;

– выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– не соблюдены требования к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;

большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют больший объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

9.1. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

– Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» ISSN 2072-2710
– Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
– Журнал «Fibers» ISSN 2079-6439
– Журнал «Мембраны и мембранные технологии» ISSN 2218-1172

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

– http://www.membrane.msk.ru
– http://www.sciencedirect.com
– https://ru.espacenet.com/
– https://www.elsevier.com/

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.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению подготовки ***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

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 ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень оборудования для обеспечения проведения **государственной итоговой аттестации: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы**: презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Если необходима наглядная демонстрация каких-либо материалов, то для семинарских занятий используются электронные средства демонстрации, имеющиеся на кафедре: компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран, наглядные образцы мембран, модулей на их основе и оборудования.

11.2. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Для освоения дисциплины используются следующие печатные и электронные информационные ресурсы:

учебники и учебные пособия по основным разделам дисциплины;

учебно-методические разработки кафедры в печатном и электронном виде;

электронные презентации к разделам лекционных дисциплин.

11.3. 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	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт № 19-17ЭА/2020 от 12 мая 2020 г.,	Лимит 6000 проверок	19 мая 2021 г.
2	O365ProPlusOpenStudents 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 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	26280 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки

Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований. 1.1 Выполнение научных исследований.	***Знает*** – принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации; – правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада; – создавать теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий; – разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации; ***Владеет*** – методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации продукции с применением проблемно-ориентированных методов; – навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;	Оценка за первое и второе промежуточные представления результатов научных исследований. Оценка на ГИА.

Раздел 2. Выполнение и представление результатов научных исследований. 1.2 Подготовка научного доклада и презентации.	***Знает*** – приемы защиты интеллектуальной собственности; – теоретические и технико-экономические аспекты энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. ***Умеет*** – разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований; – координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве; ***Владеет*** – способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.	Оценка за третье промежуточное представление результатов научных исследований. Оценка на ГИА.

13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ 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 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 рабочей программе

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

основной образовательной программы

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инжиниринг энерго- и ресурсосбережения в химической технологии»

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

_____ С.Н. Филатов

«_____» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Научная публицистика»

Направление подготовки 18.04.02

Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«___»_____ 2021 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:

канд. филол.наук, доцентом, зав.кафедрой русского языка Л.И. Судаковой;

ст. преподавателем кафедры русского языка О.Ф. Будко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры русского языка «__12 » _мая_____ 2021__ г., протокол №_9_

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «***Научная публицистика»*** составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой русского языка. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «***Научная публицистика***» относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательного процесса (факультативу). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую языковую подготовку.

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

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными особенностями функционирования научно-популярных СМИ и развитие практических навыков по подготовке различных типов научных и научно-популярных текстов;

−представление стилистических, композиционных и содержательных критериев научно-популярной публикации;

- изучение принципов и методов анализа и структурирования профессиональной информации;
- формирование умений анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;
- совершенствование навыков подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

Дисциплина ***«Научная публицистика»*** преподается в 1 семестре магистратуры. Контроль успеваемости магистрантов 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 УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КУРСА

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения: УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-2.2; ПК-2.3**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК

	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	**УК-4.1** Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках - **УК-4.2** Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные - **УК-4.3** Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров,

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				
Освещение результатов научно-исследовательской деятельности	Коммуникация	**ПК-2** Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу	**ПК-2.2** Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ **ПК-2.3** Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации,	

			результатов и их интерпретации	

После изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

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

Уметь:

– различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;

№ п/п	**Раздел дисциплины**	**ВСЕГО**	**Лекции**	**Практич.-занятия**	**СР**
1.	**Раздел 1. Лингвистика научного текста**	**35**	**6**	**6**	**23**
1.1.	Тема 1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста.	**4**	2		2
1.2.	Тема 2. Текст как речевое произведение, единица общения.	**7**	1	1	5
1.3.	Тема 3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.	**7**	1	1	5
1.4.	Тема 4. Особенности устной и письменной речи.	**7**	1	1	5
1.5.	Тема 5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки.	10	1	3	6
2.	**Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы**	**35**	**5**	**5**	**25**
2.1.	Тема 6. Жанры научного стиля речи	14	2	2	10
2.2.	Тема 7. Правила написания научной статьи.	21	3	3	15
3.	**Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи**	**38**	**6**	**6,2**	**25,8**
3.1.	Тема. 8. Правила подготовки научного доклада.	24	2	4,2	15,8
3.2.	Тема 8. Основные требования	14	2	2	10

	к ведению научной дискуссии.				
	Всего	**108**	**17**	**17,2**	**73,8**

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

Владеть:

– приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения научно-исследовательской работы;
– навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
– методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.

3. 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 (КР):	**0,94**	**34**	**25,5**
Лекции (Лек)	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа (СР):	**2,06**	**74**	**55,5**
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	73,8	55,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Вид контроля:	**Зачёт**		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	ВСЕГО	Контактные часы	Лекции	Практические-кие занятия	СР
1.	**Раздел 1. Лингвистика научного текста**	**35**	**12**	6	6	**23**
1.1.	Тема 1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста.	**4**	**2**	2		**2**
1.2.	Тема 2. Текст как речевое произведение, единица общения.	**7**	**2**	1	1	**5**
1.3.	Тема 3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.	**7**	**2**	1	1	**5**

1.4.	Тема 4. Особенности устной и письменной речи.	**7**	**2**	1	1	**5**
1.5.	Тема 5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки.	**10**	**4**	1	3	**6**
2.	**Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы**	**35**	**10**	5	5	**25**
2.1.	Тема 6. Жанры научного стиля речи	**14**	**4**	2	2	**10**
2.2.	Тема 7. Правила написания научной статьи.	**21**	**6**	3	3	**15**
3.	**Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи**	**38**	**12,2**	6	6,2	**25,8**
3.1.	Тема. 8. Правила подготовки научного доклада.	**24**	**8,2**	2	4,2	**15,8**
3.2.	Тема 8. Основные требования к ведению научной дискуссии.	**14**	**4**	2	2	**10**
	Всего	**108**	**34,2**	**17**	**17,2**	**73,8**

4.2.Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Лингвистика научного текста

1.1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста.

Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название

дисциплины «Научная публицистика». Из истории становления научной мысли в России. Наука и особая роль научной коммуникации. Определение понятия «публицистика». История публицистики. Взаимовыгодное сотрудничество науки и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

1.2. Текст как речевое произведение, единица общения.

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

1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка.

Многообразие языковых средств для передачи информации. Отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в определенной речевой ситуации. Функциональные стили литературного языка (научный, официально-деловой, публицистический). Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности

научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

1.4. Особенности устной и письменной речи.

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

1.5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки.

Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории.

Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ: газеты, журналы, ТЭД, научные стенд-апы на ТВ, каналы на Youtube Радио, подкасты, онлайн-комментирования событий, тексты, иллюстрации, видео- и аудиофайлы, гиперссылки на другие источники в Интернете. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов: новость, репортаж, интервью, колонки, пресс-релизы и посты

в блогах. Рекомендации по структурированию информации (заголовок, лид, цитата, концовка).

Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.

2.1. Жанры научного стиля речи.

Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Языковые параметры, различающие жанры научной речи (схема/модель построения, объем текста, присутствие автора

в тексте, уверенность изложения, соотношение результатов и хода исследования, сложность языка, разворачивание во времени). Правила компрессии научной информации: выделение ключевых слов и предложений, образец работы над созданием вторичных текстов разной степени компрессии: выделение главной информации, выделение подтем, субподтем. Виды компрессии научного текста. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Правила составления и оформления интегрального конспекта. Составление аннотаций разных видов. Виды рефератов, структура и содержание реферата, клише, используемые при составлении рефератов. Работа по составлению реферата-обзора. Рецензирование**.** Структура рецензии. Модель типовой рецензии. Оценочная часть рецензии. Специфика составления аналитического обзора.

2.2. Правила написания научной статьи.

Технология подготовки научных публикаций: подготовительный этап (план научной публикации); основной этап (постановка проблемы, гипотеза, теоретическое обоснование, экспериментальная часть, результаты исследования); заключительный этап (выводы и

перспективы исследования). Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке.

Варианты текстового представления научных результатов (монография, сборник научных трудов, материалы конференции, репринт, тезисы докладов, научная статья). Структура научной статьи. Оформление научной публикации. Правила оформления отдельных частей текстового материала (оформление библиографии, сносок, сокращение слов, текстового оформления таблиц и рисунков, схем). Требования к авторским текстам

оригинала. Анализ опубликованных статей соискателей ученой степени. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна.

Цель и план собственной публикации. Разработка плана-проспекта публикации с определением цели, задач, новизны и практической значимости.

Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи

3.1. Правила подготовки научного доклада.

Отличительные особенности звучащей речи. Законы современной риторики. Требования к подготовке публичного выступления в зависимости от цели выступления. Жанры научной устной монологической (информационной речи): сообщение, реферативное сообщение, лекция, доклад. Разновидности докладов, объем и соблюдение регламента. Этапы подготовки научных докладов (выбор темы, подбор материалов, план выступления, работа над текстом, оформление материалов для устного представления, подготовка к выступлению). Основные ошибки при написании

докладов на научную конференцию. Правила выступлений с презентацией на защите квалификационных работ и научных конференциях.

3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии.

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

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины магистрант должен:	**Разделы**		
Знать:	**1**	**2**	**3**
сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;	+		
различие устной и письменной научной речи;	+		
композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста;	+		
правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;		+	
правила убеждения оппонента в научной дискуссии;			+
Уметь			
делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;	+		
трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;	+		
различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;	+		
писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;		+	
выступать с докладами, вести научные дискуссии;			+
Владеть:			
приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения эффективной научной работы;		+	+
навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с	+	+	+

обоснованными выводами и рекомендациями;			
методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий		+	+
УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках .	+	+	+
УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные - **УК-4.3** Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров) **ПК-2.2** Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ **ПК-2.3** Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации, результатов и их интерпретации	+	+	+

6.ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Раздел	Практическое занятие	Кол-во часов
1.	1. Самопрезентация + краткаяхарактеристика бакалаврской квалификационной работы. 2. Анализ структуры теста, стиля, способов изложения информации, сокращение текста. 3. Выполнение заданий по нормам литературного языка. 4. Трансформация письменного научного текста в устную форму и наоборот. 5. Анализ научно-популярных текстов (посты из блога, пресс-релизы, новостные колонки, устные выступления молодых ученых из телепередачи «Научный стенд-ап»). 6. Составление письменных текстов, популяризирующих собственно-научную информацию.	5
2.	*1.* Практическая работа № 1. «Анализ опубликованных статей Соискателей ученой степени».Цель работы:научиться анализировать научные статьи по выбранной тематике в профессиональном поле. *2.* Практическая работа № 2. Тема «Цель и план собственной публикации. Определение места опубликования». Цель работы: написание статьи, соответствующей требованиям на основе собственного научного материала. *3.*Составление аналитического обзора литературы по заданной теме.	4
3.	1.Анализ структуры доклада ученого (сравнение доклада собственно-научного и научно-популярной лекции Черниговской Т.В.)	5

	2. Анализ заранее подготовленных докладов, сделанных однокурсниками по определенной теме. 3. Характеристика научной беседы с Н.Бехтеревой «О работе мозга и долголетии». 4. Просмотр научной дискуссии **Нужна ли нам научная инквизиция 2016г.** https://www.youtube.com/watch?v=tsw5u-gqvWU и анализ аргументов, которые приводятся учеными в защиту своей точки зрения. 5. Проведение деловой игры «Каков вопрос – таков ответ». 6. Учебная панельная дискуссия «Цифровизация и будущее».	

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронными ресурсами;

– регулярную проработку теоретических сведений, полученных на практических занятиях, учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;

− участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;

− подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

– подготовку к интерактивным формам проведения занятий;

Студент магистратуры самостоятельно получает новые знания, углубляет имеющиеся знания, учится использовать знания в своей практической учебной деятельности, что формирует у него умения и навыки в саморазвитии и совершенствовании личности.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, необходимо осуществлять так, чтобы магистранты весь период изучения могли регулярно повторять пройденный материал, законспектированный на лекциях, 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 60 баллов за 3 контрольные работы), за самостоятельную подготовку к практическим занятиям(максимальная -40 баллов за работу в семестре) . Все баллы должны быть набраны в семестре, итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен, но может проводиться при доборе баллов или при самостоятельном освоении дисциплины

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

1. Наука, как среда создания и функционирования научных публикаций.
2. Законы коммуникации .
3. Речевые идеалы современного молодого человека.
4. Заинтересовано ли российское общество в образованных профессионалах?
5. Сравнение научного и публицистического стилей речи.
6. Какое место занимает понятие «интеллигентность» в сознании современного молодого человека?

7. Технология подготовки научных публикаций.
8. Основные этапы в создании научного текста.
9. Стиль научной публикации.
10. Значение риторики в деятельности современного специалиста.
11. Специфика русского коммуникативного поведения ученого.
12. Особенности научно-популярного текста: сравнение текстов собственно-научного и учебного текстов с научно-популярным текстом (анализ).
13. Использование современных информационных технологий в подготовке научного доклада.
14. Специфика составления аналитического обзора.
15. Анализ речевого поведения выступающих программы «Научный стенд-ап» на канале «Культура».
16. Рецензия на научную статью (по самостоятельному выбору).
17. Отзыв о научной дискуссии (по выбору из предложенных преподавателем).
18. Русский речевой этикет в межкультурной коммуникации.

8.2. Примеры контрольных заданий 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 60 баллов (по 20 баллов за каждую). 30 баллов (по 10 на каждый раздел) отводится на оценивание самостоятельной подготовки студентов к практическим занятиям и 10 баллов за активность в применении коммуникативных технологий в академическом и профессиональном взаимодействии.

Раздел 1.

1.1. **Контрольная работа**

Максимальная оценка 20 баллов (каждое задание — по 5 баллов).

1. *Создание текста-описания «Я как языковая личность»:*

Чем я отличаюсь как носитель русского языка, как русская языковая личность от других носителей русского языка (степень владения родным и неродными языками, владение механизмами памяти, говорения, аудирования; моё поведение в компании, среди людей: степень свободы, раскованности, владения собой; мои любимые книги, мое отношение к чтению, к искусству, мои увлечения)? Владею ли я всеми ресурсами РЯ, необходимыми мне для самовыражения и взаимодействия с другими людьми (владение стилями, нормами языка, интонацией, много ли и часто ли пишу, есть ли у меня дефекты речи)? Чему мне надо научиться, чтобы усовершенствовать мои коммуникативные взаимодействия?

2.Определите, какой из текстов является научным, и докажите почему:

1. Наука – высший разум человечества, это солнце, которое человек создал из крови и плоти своей. Создал и зажег его перед собой для того, чтобы осветить тьму своей тяжелой жизни, чтобы найти из неё выход к свободе, справедливости, красоте.

2. Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Наука – это одна из форм общественного сознания. Наукой называют деятельность по получению нового знания и сумму самих знаний, лежащих в основе научной картины мира.

3.Сформулируйте главную мысль в письменной форме научного стиля.

Представляете, недавно узнала, что теорема Пифагора стала известна в России в петровское время. Во время Петра 1. И закон Архимеда тогда на русский перевели, и закон Паскаля, Кеплера. А ещё, оказывается, Ньютон создал теорию морских приливов.

4. Выделите в тексте главную и второстепенную информацию.

Ориентация на тесты с выбором ответов развивает у учащихся и студентов примитивизм мышления, формирует особое примитивное "тестовое мышление". Такие тесты можно выполнить, просто угадав, можно ответить "сообразив" - результат тестирования в крайне малой степени
отражает собственно знания, он скорее отражает сообразительность, «нахватанность», поверхностное знакомство с предметом. Такими тестами мы отвращаем детей от творческого мышления, от необходимости получить систематическое, углубленное знание. (И.А.Стернин).

1.2. **Самостоятельная работа**

Максимальная оценка 20 баллов (1 и 4 задания - по 5 баллов, 2 – 2 балла, 3 - 8 баллов).

1. Блиц-опрос:

1) Разновидности научного языка.
2) Что такое вторичный текст?
3) Назовите три жанра первичного научного текста.
4) По какому признаку классифицируются разновидности научного стиля речи?
5) Чем реферат отличается от реферативного сообщения?

2. Сократите данную информацию до тезиса.

Даже у самых смелых эволюционистов прошлого не хватало воображения, чтобы представить себе беспредельность развития мира, например, дарвинист Э. Геккель, утверждавший принцип развития на уровне живых организмов, нисколько не сомневался, что Вселенная вечна и неизменна, и эта точка зрения до сих пор находит сторонников в астрономии, хотя все более широкое признание получает эволюционная космология.

3. Работа с научно-популярным текстом:

Какова основная мысль текста? Подчеркните (выпишите) ключевые слова (слова, несущие основную смысловую нагрузку) Из ключевых слов составьте смысловые ряды, чтобы получился небольшой связный текст.

HELP-овый беспредел

В одном из номеров «СП» (№ 47) мы опубликовали материал,
посвященный первой в рунете «антиплагиат»-системе (antiplagiat.ru). Основная её задача – «повышение качества российского образования в тех его частях, где от обучающегося требуется творческая работа по написанию рефератов, курсовых и дипломных работ и иных материалов собственного сочинения», путем выявления среди сданных учащимися работ скомпилированных или скачанных из Интернета. <…> Продукт российских ученых претендует на массовое использование. «Антиплагиат» должен залатать одну из «основных» брешей в судне образования – студенческий плагиат. Но одного энтузизма ученых тут оказывается мало. Есть проблема, в борьбе с которой Интернет технологии бессильны – «хелперы», фирмы, оказывающие услуги по написанию оригинальных курсовых, дипломных и прочих научно-учебных работ. Они топят российское образование в море безграмотности, но, в отличие от нечестного студента, на официальном уровне. (Студенческая правда, № 53)

4. Работа с письменным научно-популярным текстом:

Напишите лиды к информации о наночернилах, изобретенных в РХТУ (см. сайт РХТУ), используя 4 приема для привлечения внимания к информации:

1) загадка; 2) «очеловечивай**»; 3)** пишите о читателе; 4) отсылка к новостям из внешнего мира.

Раздел 2.

2.1. Контрольная работа

Максимальная оценка 20 баллов (1 и 4 задания - по 5 баллов, 2 – 2 балла, 3 - 8 баллов).

1. Разбейте текст на абзацы и составьте план текста.
Определите тему и сформулируйте главную мысль всего текста.
Научный текст - это разновидность текста, написанного на общелитературном языке, обладающая грамматическими, лексическими, структурно-смысловыми и логико-композиционными особенностями. В научном тексте иначе, чем в тексте деловом, публицистическом или художественном, используются функциональные типы речи (описание, повествование, рассуждение, доказательство и др.). Здесь иной набор общеязыковых и собственно текстовых средств, активно используются такие приемы мышления, как аналогия и гипотеза; композиция такого текста, как правило, задана логикой научного доказательства (выдвижение версии, рабочей гипотезы, дедуктивные или индуктивные способы мышления, обоснование гипотезы, доведение ее до уровня достоверного теоретического знания и т. д.).Типология текста, его жанровые и стилистические разновидности обусловлены субъектом научной речи, объектом описания и адресатом научной коммуникации. Принадлежностью к сферам научного общения, научной деятельности обусловлены отбор и употребление определенных лексико-грамматических средств, использование специальных структурных, логико-композиционных схем организации текстового материала. Основные текстовые категории: связность, структурированность, цельность. Присущие научному стилю логичность, точность, строгость, отвлеченность, обобщенность, информативность находят отражение почти во всех текстовых категориях.
2. Перепишите отрывок текста с сокращением количества использованных деталей.
Наиболее похожим по своим свойствам на природный пептид оказался его аналог RL2. Было изучено его цитотоксическое действие (способность отравлять клетки) invitro (в пробирке). Наибольшую чувствительность к действию препарата продемонстрировали клетки аденокарциномы молочной железы человека MCF-7. Поэтому все последующие эксперименты по выяснению механизма апоптотического действия RL2 invitro были проведены на этой линии клеток. В то же время здоровые клетки человека оказались практически не чувствительны к действию рекомбинантного лактаптина
3. Напишите подробный план будущего текста на любую выбранную тему: (1 – мировая наука, 2 – российская наука, 3 – наука в Москве).…

2.2. Аналитическая работа
. Максимальная оценка 20 баллов (1 - 5 баллов, 2 – 6 баллов, 3 - 8 баллов).

1. Прочитайте статью Д.С.Лихачева «Как писать» . *Проанализируйте назывной план статьи, составленный студентом С.Позиным. Напишите тезисы, соответствующие плану.*
Введение
О цели правильного писания и области рассмотрения статьи.
1. **Сравнения художественного и научного языка.**
1) Главное отличие худож от научного
2) О значении шутки в худож стиле
3) Некоторые особенности научного стиля
2. **О важности терминологии**
3. **Наиболее важные рекомендации к правильному писанию:**
1) Правильное употребление слов и словосочетаний в их точном значении
2) Необходимость лаконичного изложения
3) Уместное употребление терминов
4) Вредность тавтологии
5) Одно слово не может быть панацеей от всех бед
6) Логическая однозначность фразы
7) Легкочитаемость фраз
8) Не злоупотреблять красноречием

Заключение

2. **Составление аналитического обзора.**

Прочитайте статьи М.Э.Рут и изложите концепцию автора на проблему. Сравните две научные работы одного автора и охарактеризуйте точки постоянства мнения и изменения (развития) мысли.

Рут М.Э. О великом русском языке и мате. Филологический класс 2 (28) 2012. – С. 61-64
Рут М.Э. Мат в легендах нашего времени// Изд. Урал.ун-та. – 2005. - №34. – С.149-155 (Версия «Проблемы образования, науки и культуры». – Вып.17).

3. **Составление собственного научного текста** на основе данной преподавателем информации (выбор студента):

1) Глобализация привела к возникновению единой мировой науки, к хаотическому спонтанному научному поиску, отражающему законы непрерывных изменений, причем темп этих изменений таков, что без фантазии и воображения художников тут не обойтись. НПП выполняет в этом случае функцию не просто пояснения, а перетолкования научных фактов.
2) Большинство текстов НПП всегда демонстрировали косвенный или имплицитный характер воздействия, а также сочетание прямого и косвенного способов воздействия, которое в большинстве случаев принимало форму косвенных речевых актов. Отсюда – то усложнение языка журналистских текстов, появление новых и новых специализированных и научно-популярных изданий, язык которых не назовешь развлекательно-доступным. Рост числа специализированных изданий отразил и кое-где ускорил сам процесс накопления научной информации.
3) Научно-технический прогресс, изменяя структуру масс-медиа, делает их в лучшем варианте проводником передового знания, а в худшем – каналом дезинформации. Наука сама по себе ни хороша, ни плоха, но если она неадекватна, то успокаивает одно: лучшего пока у людей нет, поэтому миссия НПП проста – просвещение и активизация научного поиска.

Раздел 3.

3.1. Контрольное занятие- устная речь

Максимальная оценка 20 баллов (1 задание –по одному баллу за ответ , всего10 баллов; 2 задание - 10 баллов (критерии доказательность своего мнения -3б., логичность изложения-3б., правильность речи-2 б., контактирование с аудиторией-2б.).

1. Блиц-опрос.

1) Назовите три показателя устности речи.
2) Перечислите приемы преобразования письменного текста в устный.
3) Назовите жанры монологической научной речи
4) Доклад – это….
5) Перечислите ошибки при написании докладов на научной конференции.
6) Жанры диалогической научной речи
7) «Полемика» на греч языке означает…..
8) Виды аргументации.
9) Структура доказательства.
10) Какие виды вопросов существуют?

2. Анализ речевого поведения участников научного диалога.

Посмотрите (на выбор) передачу «Агора» на канале «Культура», ведущий - Михаил Швыдкой // передачу «По гамбургскому счету» на канале «ОТР», ведущая -
Ольга Орлова и приготовьтесь оценить умение ведущего задавать вопросы аудитории.

3.2. Контрольная работа по аргументации

Максимальная оценка 20 баллов (1 задание –8 баллов: формулирование тезиса -2б, каждый аргумент по 2 балла, за сильные аргументы дополнительно2 балла; 2 задание - 10 баллов (критерии доказательность своего мнения -3б., логичность изложения-3б., правильность речи-2 б., контактирование с аудиторией-2б.).

1.Работа с аргументацией.

Прочитайте высказывание, сформулируйте тезис. Подберите аргументы к этому утверждению(не менее 3).

Научно-популярная публицистика в СМИ – это прежде всего публицистика социологическая, социокультурная. За исключением Лема, Бодрийара и т.п. авторов, озабоченных состоянием дел на планете, многие журналисты, в частности публицисты-постмодернисты второго ряда, мало рассуждают о сугубо научных и значимых делах. Научно-популярная публицистика, набирающая обороты в XX веке, не могла быть элементарной и клишированной. Спрос на документальность определил и эволюцию публицистического текста как продукта культуры постиндустриального информационного (по М. Кастельсу, *информационального*) общества. «Факт» не уступил и не мог уступить позиции «мнению» и образной интерпретации событий – такова еще одна тенденция развития мировой публицистики.

2. Послушайте *Лекцию-дискуссию «Двигатели науки»* https://www.youtube.com/watch?v=igtURiSW5PY и прокомментируйте речевое поведение одного участника дискуссии.

3.3. Обсуждение научной проблемы

Максимальная оценка 20 баллов (критерии оценки: соответствие плана полному содержанию статьи -4 б, умение анализировать мысли автора текста- 4 б., аргументированность и логичность изложения собственной позиции -6 б., умение задавать вопросы оппонентам- 2б., правильность речи- 2 б, контактирование с аудиторией- 2б).

Прочитайте статью В.В. Химика «Национальная идея и русский язык», составьте план текста и подготовьтесь к обсуждению ее основных положений на занятиях, доказательно представляя собственную позицию.

3.4. Проведение учебной дискуссии (тема выбирается магистрантами).

Максимальная оценка 20 баллов (критерии оценки: соответствие выступления теме дискуссии -4 б, умение анализировать мысли других участников дискуссии- 4 б., аргументированность и логичность изложения собственной позиции -6 б., умение задавать вопросы оппонентам- 2б., правильность речи- 2 б, контактирование с аудиторией- 2б).

Инструкция по проведению дискуссии по заданной теме:

1. Подготовка к дискуссии: Разделиться на группы (по 4 человека). Каждая группа выбирает одну тему, по которой каждый человек готовит свой тезис и 2 аргумента.
2. Ведение дискуссии:

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Предполагается работа по этим вопросам в случае непосещения зантий, добора баллов или перевода из другого вуза..По 2 вопроса из каждого раздела оцениваются по 5 баллов. Максимальная оценка 30 баллов

Раздел 1.

1. В чем заключается двойственность понимания «научная публицистика»?
2. История становления науки и публицистики: точки соприкосновения.
3. Закон движения мысли на уровне разных составных частей текста.
4. Функционально-смысловые типы текстов. Специфика научного языка.
5. Структура научного текста.
6. Перечислите жанры научного стиля речи.
7. Расскажите об особенностях построения научных текстов разных жанров.
8. Правила сокращения научного текста: тезисов, аннотации, автореферата, рецензии. .
9. Объясните различия между письменной и устной формой научного стиля на примере статьи и доклада, реферата и реферативного сообщения.
10. Правила, регулирующие логичность, точность и ясность научного текста.
11. Виды и жанры научной публичной речи.
12. Стилистические особенности научно-популярного текста.
13. Сходство и различия пресс-релиза и поста в блоге.
14. Популяризация научных знаний посредством телевидения и Интернета.

Раздел 2.

1. Каковы правила компрессии научного текста?
2. Виды аннотаций и разные по цели рефераты.
3. Чем рецензия отличается от реферата.
4. В чем особенность составления аналитического обзора научных знаний?
5. Каковы варианты текстового представления научных результатов?
6. Какова структура научной статьи?
7. Правила оформления библиографии, сносок, оформления таблиц, схем.
8. Как правильно организовать разработку плана-проспекта собственной статьи?

Раздел 3.

1. Отличительные особенности монологической и диалогической речи.
2. Чем звучащая речь отличается от письменной?
3. Жанры устной научной речи (информационной публичной речи)
4. Этапы подготовки научного доклада.
5. Понятие спора, его цели и виды.
6. Правила убеждения оппонента.
7. Выбор аргументов в зависимости от типа аудитории.
8. Роль публичных дискуссий в современном обществе.
9. Основные стратегии и тактики спора.
10. Правила проведения научных дискуссий.
11. Виды вопросов к выступающему и стратегия ответов на вопрос.

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.Графф Дж. Как писать убедительно: Искусство аргументации в научных и научно-популярных работах/ Джеральд Графф,Кэти Биркенштейн; Пер. с англ. – 5 изд. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 258 с.
2.Колесникова Н.И. От конспекта к диссертации: учебное пособие по развитию навыков письменной речи.- М.: Флинта: Наука, 2019.
3. Культура устной и письменной речи делового человека: Справочник- практикум. М.: Флинта; Наука, 2019..

4. Скорикова Т.П. Культура устной и письменной научной речи. Учебное пособие. Изд-во М ГТУ им. Н.Э.Баумана . – 2017.- 174с.

Б) Дополнительная литература

5. Кругляков Э. П. “Ученые” с большой дороги-3 / Э.П. Кругляков ; Комис. по борьбе с лженаукой и фальсификацией науч. исслед. РАН. – М. : Наука, 2009. – 357 с. URL: http://www.ras.ru/FStorage/FileInfo.aspx?id=558e4a29-45f5-4a82-961a-c099a4099abc
6. Кузнецов И. Н. Информация: сбор, защита, анализ. – М.: Яуза, 2001. URL: http://www.evartist.narod.ru/text/21.htm
7. Здорикова Ю. Н. Методология научного изложения: учебное пособие. – Иван.гос. хим.-тех.ун-т. - Иваново, 2015. – 87 с.
8. Подготовка и редактирование научного текста : учеб.-метод. пособие / сост. . – Москва :
Флинта : Наука, 2017. – 111, [3] с.
9. Розенталь, по правописанию и литературной правке : справочное издание / ; под ред. . – 12-е изд. – Москва : Айрис-Пресс, 2019. – 368 с.
10. Типология текста в функционально стилистическом аспекте. — Пермь: Перм. гос. ун т,
1990. — С.15—26.
11. Фейгин М. Наука будущего [Электронный ресурс] / О. О. Фейгин. - Эл. изд. - М. : БИнОм. Лаборатория знаний, 2013. -248 с. : ил., [24] с. цв. вкл. URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321193.html
12. Шипман М. **Научная коммуникация**: Руководство для научных пресс-секретарей и журналистов/ Мэттью Шипман: Пер.сагл. – М.: Альпина нон фикшн, 2018. – 196с.
13. Эхо, Ю. Письменные работы в вузах : практ. рук. для всех, кто пишет дипломн., курсов., контрольн., докл., реф., дисс. / Ю.Эхо. – Москва : ИНФРА-М, 2002. – 127 с. – (Высшее образование). Эл ресурс Режим доступа: https://obuchalka.org/2011070156991/pismennie-raboti-v-vuzah-prakticheskoe-rukovodstvo-dlya-vseh-kto-pishet-diplomnie-kursovie-kontrolnie-dokladi-referati-dissertacii-urii-eho.html

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- **Статьи по темам дисциплины**:

1. Гиляревский, Р. С. От устного слова к печатному тексту / ; // Науч.-техн. информ. Сер. 1. Орг. и методика информ. Работы. – 2006. – № 3. – С. 38–39.
2. Езова С., Интернетовские Митрофанушки воруют без зазрения совести : этический аспект проблемы / С. Езова // Библиотека. – 2010. – №1. – С.32–34.
3. Еременко, индекс научного цитирования – утопия или реальность? [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://www.elibrary.lt/resursai/ Science %20online/05_1/18_rus_citation_18.pdf. –Дата обращения: 28.09.16.
4. Заварзина, Л.Э. Особенности научного стиля / // Педагогика. – 2010. – № 2. – С. 63–74.
5. Идрисов, , подходы к оценке научного вклада и написания статьи ученым / // Информационные Ресурсы России. – 2011. – № 4. – С. 11–14.
6. Как выбрать журнал для публикации научной статьи. Публикация статьи в российском журнале. Публикация статьи в зарубежном журнале. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sciencefiles.ru/section/31. – Дата обращения: 28.09.16.
7. Колесникова, Н. И. Что важно знать о языке и стиле научных текстов / // Высшее образование в России. – 2010. – № 3. – С. 130–137.
8. Коноплев, Е. С. Текст как основа информационной культуры / // Вопросы культурологии. – 2007. – № 1. – С. 29–31.

9. Короткина, И. Б. Свое и чужое : проблемы использования источников в научном тексте / //Высшее образование в России. – 2015. – № 2. – С. 142–150.
10. Левин, Б. Статья о том, как писать научные статьи [Электронный ресурс] / Б. Левин // Поиск - газета научного сообщества. – Режим доступа: http://young-science.ru/sections/expertise/31-expertise/514-r-.html. – Дата обращения: 28.09.16
11. Московкин, доступ к научному знанию и феодализм знаний. В чем связь? / // Альма матер.– 2010. – № 10. – С. 23–26.
12. Островский, и как публиковать научные статьи в иностранных журналах? / // Химия и химики. – 2009. – № 2. – С. 178–199. – Режим доступа: http://chemistry-chemists.com/N2_2009/178-199.pdf. – Дата обращения : 28.09.16Роботова, А. С. Надо ли учить академической работе и академическому письму? / // Высшее образование в России. – 2011. – № 10. – С. 47–54.
13. Хазагеров, Г. Г. Контрпродуктивные компетенции / // Высшее образование в России. – 2013. – № 1. – С. 129–134.

Рекомендованные научные журналы:

- «Химия и жизнь» ISSN 0130-5972.
- «Наука и жизнь» ISSN печатной версии 0028-1263. Режим доступ https://www.nkj.ru/

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для самостоятельной работы
- Национальная электронная библиотека http://xn--90ax2c.xn--p1ai/ –
- Грамматика русского языка- электронная версия Академической грамматики русского языка, составленной Академией наук СССР (Институт русского языка) - [Электронный ресурс]. Режим доступа**http://rusgram.narod.ru**
- Грамота.ру - справочно-информационный интернет-портал «Русский язык» - [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.gramota.ru
- Национальный корпус русского языка – информационно-справочная система, содержащая миллионы текстов на русском языке - [Электронный ресурс]. Режим доступа **http://www.ruscorpora.ru**
- Русский язык: говорим и пишем правильно - ресурс о культуре письменной и устной речи - **http://www.gramma.ru**
- Словари.Ру - ресурс, содержащий обширную коллекцию онлайновых словарей русского языка -[Электронный ресурс]. Режим доступа **http://www.slovari.ru**
- https://news.yandex.ru/science.html Новости науки
- http://window.edu.ru – Единое окно доступа к информационным ресурсам
- http://www.dslib.net – Электронная библиотека диссертаций РГБ;
- https://cyberleninka.ru – Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- https://elibrary.ru/defaultx.asp – Научная электронная библиотека «E-library»;
- https://webofscience.com –Web of Sciense.
- www.study.ru – Языковой сайт

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций, (общее число слайдов 67–)
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 33),
-

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 1 716 243 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 «***Научная публицистика***» проводятся в форме лекций, семинаров и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения практических занятий оборудована 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.

11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средств

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD.
проектор.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

- Будко О.Ф. Русский язык и культура речи (рабочая тетрадь) 2010 г. Электронный ресурс https://lib.muctr.ru/digital_library_book/1100

- Будко, О. Ф. Основы риторики для юристов [Электронный ресурс] : Справочник : Практикум : Учебное пособие 2014. https://lib.muctr.ru/digital_library_book/1445\
- Электронный курс-онлайн «Русский язык и культура речи» (авторы Л.И. Судакова, О.Ф.Будко): https://moodle.muctr.ru/course/view.php?id=234

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах	бессрочная
3.	O365ProPlusOpenStudents 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 Контракт № не определен, проводится закупочная процедура	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта
4.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	**Основные показатели оценки**	**Формы и методы контроля и оценки**
Раздел 1.	***Знает*** правила и закономерности личной и	Оценивание

Лингвистика научного текста	деловой устной и письменной коммуникации; сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры; различие устной и письменной научной речи; структуру письменного и устного научного текста; ***Умеет*** применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия ; делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде; трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное; ***Владеет*** приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения эффективной научной работы;	самостоятельной работы в подготовке к практическим заданиям **10 баллов** Контрольная работа по разделу **20 баллов**
Раздел 2. **Правила подготовки письменной научной работы.**	***Знает*** существование профессионального языка для профессионального взаимодействия; принципыи методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации ; композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста; правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи; ***Умеет*** анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров ; различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи; писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры.; ***Владеет*** навыками подготовки научны публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	Оценивание самостоятельной работы в подготовке к практическим заданиям **10 баллов** Контрольная работа по разделу **20 баллов**
Раздел 3. Культура	***Знает*** современные коммуникативные технологии на русском и иностранном	Оценивание самостоятельной
научной монологической и	языках; правила убеждения оппонента в научной дискуссии;	работы в подготовке к практическим заданиям

диалогической речи.	***Умеет*** применятьна практике коммуникативные технологии, методы и способы деловогообщения для академического и профессионального взаимодействия; выступать с докладами, вести научные дискуссии. ***Владеет*** методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий .	**10 баллов** Контрольная работа по разделу **20 баллов**
Итоговое занятие: выступление с монологической речью или участие в научной дискуссии .		**25 баллов**

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 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 рабочей программе дисциплины

«Научная публицистика»

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии

Форма обучения: очная

Номер изменения/	Содержание	Основание внесения

дополнения	дополнения/изменения	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.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Владелец: Филатов Сергей Николаевич
И.о. проректора:Служба проректора по учебной работе
Действителен: с 26.03.2021 до 26.03.2022