Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 04.03.2024 10:08:05
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbc1835f649b35a75f50c663946a7a80398b2b2698216b498c6fb6

Аннотация к рабочей программы
дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

Цель дисциплины

формирование у студентов представлений о математических моделях химических взаимодействий и процессов различных уровней, а также о работе с такими моделями для решения научных и практических задач.

Задачи дисциплины

изучение основных обязательных требований к математической модели химического процесса и ее общего вида; научиться применять на практике основные пути получения математических моделей, а также иерархический принцип составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; освоение техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования; изучение и применение на практике основных методов и подходов оптимизации технологических процессов с использованием математических моделей для этих целей.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

Разделы дисциплины:

химико-технологические процессы как объект для моделирования. Общий вид математического описа ия функционирования системы. Понятие о физическом и математическом моделировании. Роль и задачи вычислительного эксперимента. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений. Физическое моделирование и основные этапы его проведения Возможности аналогового моделирования и границы его применимости.

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 19.09.2022 10:06:39
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научного
(Наименование ф-та полностью)
_____ П .А .Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)
"21" 11 2016 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов
(Наименование дисциплины)

направление подготовки 18.03.01
(шифр согласно ФГОС)

Химическая технология
наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск -2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии
« 17 » 11 2016 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой ФХиХТ _____ Л. М. Миронович

Разработчик программы, д.х.н., профессор _____ А.М. Иванов

Директор научной библиотеки _____ В. Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол №5 «30» 01 2017 г. Протокол №1 от 31.08.2017 заседания кафедры ФХиХТ

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г. на заседании кафедры ФХ и ХТ, 29.08.18, протокол N1
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобрена Ученым советом университета, протокол № 5 «30» 01 2017, на заседании кафедры ФХиХТ 24.06.2019, протокол №16.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кувардин Н.В.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 29.03.2019 г. на заседании кафедры ФХХТ 30.06.2021 N 15
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.О Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры ФХиХТ № 14 «18» 06 2022 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.О Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

формирование у студентов представления о математических моделях химических взаимодействий и процессов различных уровней, а также о работе с такими моделями для решения научных и практических задач.

1.2 Задачи дисциплины

изучение основных обязательных требований к математической модели химического процесса и ее общего вида; научиться применять на практике основные пути получения математических моделей, а также иерархический принцип составления структурных моделей;
- нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; освоение техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования; изучение и применение на практике основных методов и подходов оптимизации технологических процессов с использованием математических моделей для этих целей.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать:** методы решения поставленных задач, современные информационные технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования, что такое математическая модель и как ее получить.
– **уметь**: применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области.
– **владеть**: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования с использованием компьютерных технологий

У обучающихся формируются следующие компетенции:

Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Моделирование химико-технологических процессов» представляет дисциплину с индексом Б1.В.14 учебного плана специальности 18.03.01 Химическая технология (на 3 курсе в 6 семестре).

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3.1 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54.1
в том числе:	
лекции	18

лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Модель и ее определение.	Что такое химико-технологические процессы как объект для моделирования. Модели натурные, мыслимые и математические. Основные требования к моделям. Экономичность и традуктивность моделей. Модель и оригинал: общие черты и различия. Допустимость и целесообразность множества моделей для одного оригинала. Основные пути достижения традуктивности моделей.
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы. Общий и конкретный вид математической модели системы. Структурный и эмпирический подходы к получению математической модели химического процесса и их сопоставительная характеристика. Достоинства и недостатки каждого из подходов. Области преимущественного использования.
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	Модели уровня элементарного и малого объемов. Модели рабочей зоны аппарата. Модели аппарата и агрегата. Переход от моделей нижнего уровня к более высокому. Кинетические уравнения в математической модели структурного типа. Замена части кинетических уравнений на балансовые. Кинетические модели химических процессов с явно выраженными лимитирующими стадиями.
4	Понятие о физическом и математическом моделировании	Роль и задачи вычислительного эксперимента. Методы подобия и аналогии в физическом моделировании. Некоторые элементы теории подобия. Задание условий однозначности в рамках теории подобия. Инварианты и критерии подобия
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.	Первая теория подобия Ньютона и её следствия. Вторая и третья теоремы подобия. Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.
6	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	Нахождение общего вида критериальных уравнений с помощью метода анализа размерностей. π–Теорема и её использование. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений. Справочный банк конкретных критериальных уравнений и основные правила пользования.
7	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	Физическое моделирование и основные этапы его проведения. Краткая характеристика основных этапов. Физическое моделирование в химической практике. Достоинства и недостатки им. Границы применимости и их обоснование.

1	2	3
8	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	Может ли физическое моделирование быть заменено математическим? Границы применимости математического моделирования в химической практике.
9	Оптимизация технологических процессов.	Возможности аналогового моделирования и границы его применимости. Оптимизация технологических процессов. Постановка задачи оптимизации. Роль математической модели в этом плане.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Модель и ее определение.	2	1	1		С ,ЗЛ (1,2)	
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.	2	2	2	У1, У2, У3, У4 МУ-1	С ,ЗЛ (3,4)	ПК-2
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	2	2	2	У1, У2, У3, У4 МУ-1	С ,ЗЛ (5,6)	ПК-2
4	Понятие о физическом и математическом моделировании	2	3	3	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (7,8)	ПК-2
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.	2	3	3	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (9,10)	ПК-2
6	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	2	4	4	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (11,12)	ПК-2
7	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	2	4	4	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (13,14)	ПК-2
8	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	2	5	5	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (15,16)	ПК-2
9	Оптимизация технологических процессов.	2	5	5	У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (17,18)	ПК-2

ЗЛ –защита лабораторных работ, С –собеседование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
1	Лабораторная работа №1. Техника безопасности	2
2	Лабораторная работа №2. Математическое описание химических реакций и химических процессов. Общие подходы и различия	4
3	Лабораторная работа №3. Использование метода стационарных концентраций для оптимизации и упрощения математических моделей.	4
4	Лабораторная работа №4. Кинетические модели химических процессов с явно выраженными лимитирующими стадиями.	4
5	Лабораторная работа №5. Контрольная работа	4
	Итого	18

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем час.
1	Практическая работа №1. Системы единиц	4
2	Практическая работа №2. Физические величины и единицы их измерения	4
3	Практическая работа №3. Практические аспекты физического моделирования	4
4	Практическая работа №4. Построение модели для математического моделирования	4
5	Контрольная работа	2
	Итого	18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затраченное на выполнение СРС, час
1	Метод аналогий и его основа.	4 неделя	10
2	Последовательность испытаний и план эксперимента	8 неделя	10
3	Инварианты и критерии подобия.	12 неделя	10
4	Некоторые особенности промышленных объектов и их отражение в математических моделях. Математические модели нестационарных процессов. Чувствительность и устойчивость процессов. Примеры математических моделей промышленных процессов	16 неделя	10
5	Оптимизация технологических процессов.	18 неделя	13,9
	Итого, часов		53,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– вопросов к зачету;

–методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образова-ния и науки РФ от 19 декабря 2013 г. № 1367 по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.	Лекция-дискуссия	2

	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	Лекция-дискуссия	2
	Итого лекционных занятий		4
1	Лабораторная работа №3. Использование метода стационарных концентраций для оптимизации и упрощения математических моделей.	Задания по отработке техники лабораторных работ	2
	Итого лабораторных занятий		2
	Практическая работа №2. Физические величины и единицы их измерения	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
	Итого практических работ		**2**
	Итого		**8**

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (разбор конкретных ситуаций)*);*

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ПК-2: готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Инженерная графика;	Моделирование химико-технологических процессов; Статистическая обработка в химической практике; Математические модели процессов и работа с ними	Технология основного органического синтеза; Системы управления химико-технологическими процессами; Преддипломная практика;

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.7.1)*	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-2/основной	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3.Умение применять знания, умения,* навыки *в типовых и нестандартных ситуациях*	Знать: компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования. Уметь: частично уметь провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования. Владеть: навыками составления структурных моделей;	Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии. Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования. Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей;	знать аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования, что такое математическая модель и как ее получить. Уметь: применять аналитические и численные методы решения задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных. Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

N п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивая
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Модель и ее определение.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С,ЗЛ (1,2)	Вопросы 1-7	Согласно табл. 7.2
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (3,4)	Вопросы 7-15	Согласно табл. 7.2
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (5,6)	Вопросы 10-20	Согласно табл. 7.2

4	Понятие о физическом и математическом моделировании.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (7,8)	Вопросы 15-25	Согласно табл. 7.2
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (9,10)	Вопросы 20-30	Согласно табл. 7.2
6	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (11,12)	Вопросы 25-35	Согласно табл. 7.2
7	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (13,14)	Вопросы 25-35	Согласно табл. 7.2
8	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (15,16)	Вопросы 35-42	Согласно табл. 7.2
9	Оптимизация технологических процессов.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (17,18)	Вопросы 40-50	Согласно табл. 7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения
текущего контроля успеваемости

Пример заданий.

1. Моделирование и эксперимент.

1.1. Место математических моделей в этих понятиях.

1.2. Математические модели объектов с сосредоточенными и распределёнными параметрами.

1.3. Основные отличия физического и математического моделирования и их характеристика.

2. Безразмерные величины и пути их получения

2.1. Безразмерные переменные и их использование в математических моделях. Принципы нахождения безразмерных переменных. Безразмерные переменные в рамках теории подобия.

2.2. Безразмерные величины и пути их получения. Перевод размерных величин в безразмерные. Инварианты среди безразмерных величин, их отличительные особенности.

2.3. Безразмерные величины и инварианты подобия. Критерии подобия и их отличительная характеристика.

3. Вычислительный эксперимент

3.1. Понятие о вычислительном эксперименте. Роль этого метода в работе с математическими моделями.

3.2 Основные этапы вычислительного эксперимента и их краткая характеристика. Последовательность этапов и её обоснование.

3.3. Сущность, назначение, основные этапы и их характеристика, возможности, границы применимости, преимущества и недостатки вычислительного эксперимента

4. Ошибки измерений и их характеристика.

4.1. Виды ошибок, зависимость их от числа измерений. Происхождение систематических и случайных ошибок.

4.2. Измерение как процесс. Основные позиции данного процесса и их роль в происхождении ошибок.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде _____ тестирования.

Примечание – Необходимо указать, какое именно тестирование проводится: а) бланко-вое, б) компьютерное, в) бланковое и/или компьютерное.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых за-даний (БТЗ) по дисци-

плине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных фор-мах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения

промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Основные отличия физического и математического моделирования и их характеристика.

Задание в открытой форме:

Типы моделей в моделировании. Выбрать правильный вариант:

А) материальная модель, мысленная модель, математическая модель;

Б) оригинал, математическая модель; техническая модель,

В) инженерная модель, опытная модель, виртуальная модель

Задание на установление соответствия:

Моделирование – это	модель как объект, заменяющая оригинал при проведении исследований
математическая модель –	процесс создания модели, ее исследование и распространение результатов на оригинал;
Материальная модель –	система уравнений, неравенства, алгоритмы, графики, таблицы и другие математические структуры, описывающие оригинал;

Компетентностно-ориентированная задача:

В процессах пневматического размешивания жидких сред газом имеет место истечение газа в жидкую среду. Установлено, что диаметр газового пузырька зависит от диаметра подающего отверстия d_0, удельного веса газа γ_d (дисперсной среды) и жидкости γ_C (сплошной среды), а также поверхностного натяжения жидкости σ_C, т.е.

$d = f(d_0, \gamma_d, \gamma_C, \sigma_C)$.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными

актами университета:

- Положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Лабораторная работа №1. Техника безопасности	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №2. Математическое описание химических реакций и химических процессов. Общие подходы и различия	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №3. Использование метода стационарных концентраций для оптимизации и упрощения математических моделей.	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №4. Кинетические модели химических процессов с явно выраженными лимитирующими стадиями.	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №5. Контрольная работа	4	Выполнил, не защитил	8	Выполнил, защитил
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
зачет	0		36	
Итого	**24**		**100**	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта дея-тельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Марков , Ю.Г. Математические модели химических реакций [Текст] : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова.- Санкт-Петербург: Лань, 2013. -192 с.

2. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химических процессов [Текст] : учебное пособие / А. М. Гумеров . – изд. 2-е перераб. –Санкт-Петербург: Лань, 2014. -176 с.

3. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» [Текст] : учебное пособие / Н.А.Самойлов - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 2013. -176 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Моделирование систем [Текст] : учебное пособие / И. А. Елизаров и [др.]. - Старый Оскол : ТНТ ,2013. - 136 с.

5. Кудряшов, В.С. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. Алексеев. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий , 2012. - 208 с.

8.3. Перечень методических указаний

1. Теоретические основы физического моделирования в химической технологии. Определение вида критериальных уравнений [Электронный ресурс] : методические указания к практическим и индивидуальным аудиторным занятиям по дисциплинам «Математические методы в химии» и «Химическая технология» для студентов специальности 020101.65 и направления 020100 «Химия» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Е. Н. Розанова. - М. : ЮЗГУ, 2010. - 30 с.

2. Гидродинамическое подобие [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Математические методы в химии» для студентов направления подготовки 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия» и 020100.62 «Химия» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. В. Сазонова. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 19 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,

отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Химическая технология

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
3. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
4. Химические сайты: http://www.xumuk.ru/,http://www.alximik.ru/,http://anchem.ru/, http://www.chemistry.ru/,http://www.rusanalytchem.org/, http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

Доступ к книгам абонемента, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа студентов. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам и во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемым графикам) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и

индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к за-нятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществле-нии образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программ-ного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Антивирус Kaspersky Лицензия 156A-160809-093725-387-506.
Libreoffice операционная система Windows

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры фундаментальной химии и химической технологии, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Лабораторная посуда (пробирки, колбы, пипетки, бюретки, бюксы и др.).
Лабораторное оборудование: шкаф вытяжной лабораторный, в/сушильный шкаф Р-6925 тр.376, муфельная печь типа «РЕМ»2/87, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2, рефрактометр ИРФ-454 Б2М, аквиристилятор Курск Медтехника тр.88, весы электронные ВСТ 150/5-0, весы торсионные ВТ-500, кондуктометр/ солемер КСЛ-101, датчик кондуктометрический, pH-метр/иономер МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-111, грохот лабораторный КП-109/2, комплект сит для песка КСИ исполнение 4, криостат (охлаждающий термостат) LOPFT-211-25, модуль «Электрохимия», модуль «Универсальный контролёр», модуль «Термостат», сахориметр универсальный СУ-3 Киев з-д Анал.прибор. тр.1412, нефелометрическая установка М-71 Жлобино-10 Беломо ПО-662, перемешивающее устройство ПЭ-0034, баня водяная шестиместная UT-4300E, бисерная мельница, мешалка магнитная, приспособление титровальное ТПР-М Москва Главснаб ПО-617, эл.плитка ЭПТ конф.1кВт, мультиметр MAS8308.

Вспомогательное оборудование (штативы, холодильники, термометры и др.)

Набор реактивов по каждой лабораторной работе.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет

практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изме-нённых	заме-нённых	аннулиро-ванных	новых			

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 03.03.2023 19:50:52
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd[illegible]

Аннотация к рабочей программы
дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

Цель дисциплины

формирование у студентов представления о математических моделях химических взаимодействий и процессов различных уровней, а также о работе с такими моделями для решения научных и практических задач.

Задачи дисциплины

изучение основных обязательных требований к математической модели химического процесса и ее общего вида; научиться применять на практике основные пути получения математических моделей, а также иерархический принцип составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; освоение техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования; изучение и применение на практике основных методов и подходов оптимизации технологических процессов с использованием математических моделей для этих целей.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

Разделы дисциплины:

химико-технологические процессы как объект для моделирования. Общий вид математического описа ия функционирования системы. Понятие о физическом и математическом моделировании. Роль и задачи вычислительного эксперимента. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений. Физическое моделирование и основные этапы его проведения Возможности аналогового моделирования и границы его применимости.

подписать

=МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научного
(Наименование ф-та полностью)
_____ П .А .Ряполов
(подпись, инициалы ,фамилия)
"21" 11 2016 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов
(Наименование дисциплины)

направление подготовки 18.03.01
(шифр согласно ФГОС

Химическая технология
наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения заочная.
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск -2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии
« 17 » ноября 2016 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой ФХиХТ _____ Л. М. Миронович

Разработчик программы, д.х.н., профессор _____ А.М. Иванов

Директор научной библиотеки _____ В. Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 5 «30» 01 2017 г.
Зав. кафедрой _____ на кафедре ФиХТ 31.08.2017, п

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № «26» 03 2018 г.
на заседании кафедры ФиХТ от 29.08.2018, протокол №1.
Зав. кафедрой _____ Мухаррямов Н.В.,
И.О.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № « » 201_ г.

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 5 «30» 01 2017, на заседании кафедры ФХиХТ, 26.06.2020г. Пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 9 «26» 09 2018, на заседании кафедры ФХиХТ, 30.06.2021г, Пр №15
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 «29» 03 2019, на заседании кафедры ФХиХТ, 18.06.2022г., пр №14
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 «25» 02 2020, на заседании кафедры ФХиХТ, 29.06.2023г, пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В Кувардин

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

формирование у студентов представления о математических моделях химических взаимодействий и процессов различных уровней, а также о работе с такими моделями для решения научных и практических задач.

1.2 Задачи дисциплины

изучение основных обязательных требований к математической модели химического процесса и ее общего вида; научиться применять на практике основные пути получения математических моделей, а также иерархический принцип составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; освоение техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования; изучение и применение на практике основных методов и подходов оптимизации технологических процессов с использованием математических моделей для этих целей.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать:** методы решения поставленных задач, современные информационные технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования, что такое математическая модель и как ее получить.

– **уметь**: применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области.

– **владеть**: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования с использованием компьютерных технологий

У обучающихся формируются следующие компетенции:

Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Моделирование химико-технологических процессов» представляет дисциплину с индексом Б1.В.ОД.14 учебного плана специальности 18.03.01 Химическая технология (на 4 курсе).

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академи-ческих или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3.1 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	~~10.2~~ 10,1 (1)
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	4
практические занятия	2
экзамен	-
зачет	~~0,2~~ 0,1 (1)

курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	54
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	54
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	4

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Модель и ее определение.	Что такое химико-технологические процессы как объект для моделирования. Модели натурные, мыслимые и математические. Основные требования к моделям. Экономичность и традуктивность моделей.
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы. Общий и конкретный вид математической модели системы.
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	Модели уровня элементарного и малого объемов. Модели рабочей зоны аппарата. Модели аппарата и агрегата. Переход от моделей нижнего уровня к более высокому.
4	Понятие о физическом и математическом моделировании..	Роль и задачи вычислительного эксперимента. Методы подобия и аналогии в физическом моделировании. Некоторые элементы теории подобия. Задание условий однозначности в рамках теории подобия. Инварианты и критерии подобия
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	Первая теория подобия Ньютона и её следствия. Вторая и третья теоремы подобия. Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия. Нахождение общего вида критериальных уравнений с помощью метода анализа размерностей. π–Теорема и её использование. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений. Справочный банк конкретных критериальных уравнений и основные правила пользования.
6	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	Физическое моделирование и основные этапы его проведения. Краткая характеристика основных этапов. Физическое моделирование в химической практике. Достоинства и недостатки им. Границы применимости и их обоснование.
7	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	Может ли физическое моделирование быть заменено математическим? Границы применимости математического моделирования в химической практике.
8	Оптимизация технологических процессов.	Возможности аналогового моделирования и границы его применимости. Оптимизация технологических процессов.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Модель и ее определение.	1	1	1		С ,ЗЛ (1,2)	
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.				У1, У2, У3, У4 МУ-1	С ,ЗЛ (3,4)	ПК-2
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	1			У1, У2, У3, У4 МУ-1	С ,ЗЛ (5,6)	ПК-2
4	Понятие о физическом и математическом моделировании..				У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (7,8)	ПК-2
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	1	2		У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (9,10)	ПК-2
6	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.				У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (11-13)	ПК-2
7	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	1			У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (14-16)	ПК-2
8	Оптимизация технологических процессов.				У1, У2, У3, У4 МУ-2	С ,ЗЛ (17-18)	ПК-2

ЗЛ –защита лабораторных работ, С –собеседование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
1	Лабораторная работа №1. Математическое описание химических реакций и химических процессов. Общие подходы и различия	2
2	Лабораторная работа №2. Использование метода стационарных концентраций для оптимизации и упрощения математических моделей.	2
	Итого	4

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем час.
1	Практическая работа №1. Анализ размерностей. π-теорема Букингема	2
	Итого	2

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затраченное на выполнение СРС, час
1	Модель и оригинал: общие черты и различия. Допустимость и целесообразность множества моделей для одного оригинала. Основные пути достижения традуктивности моделей.	2 неделя	10
2	Структурный и эмпирический подходы к получению математической модели химического процесса и их сопоставительная характеристика. Достоинства и недостатки каждого из подходов. Области преимущественного использования.	3 неделя	20
3	Кинетические уравнения в математической модели структурного типа. Замена части кинетических уравнений на балансо-	4 неделя	10

	вые. Кинетические модели химических процессов с явно выраженными лимитирующими стадиями.		
4	Метод аналогий и его основа.		10
5	Последовательность испытаний и план эксперимента	8 неделя	10
6	Инварианты и критерии подобия.	12 неделя	10
7	Некоторые особенности промышленных объектов и их отражение в математических моделях. Математические модели нестационарных процессов. Чувствительность и устойчивость процессов. Примеры математических моделей промышленных процессов	16 неделя	10
8	Оптимизация технологических процессов. Постановка задачи оптимизации. Роль математической модели в этом плане.	18 неделя	14
	Итого, часов		94

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дис-циплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и ме-тодическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литера-туры, современных программных средств.

- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной ра-боты студентов;

– вопросов к зачету;

–методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от ~~11 августа 2016 г. №1005~~ 05.04.2017 №301 по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология реализация компентентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области. (1)

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
	Понятие о физическом и математическом моделировании..	Лекция-дискуссия	2
	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных		

	уравнений.		
	Итого лекционных занятий		2
	Итого		**2**

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в про-цессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальчальный	основной	завершающий
Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)	Инженерная графика	Моделирование химико-технологических процессов; Статистическая обработка в химических процессах / Математическое моделирование процессов и работа с ними	Системы управления химико-технологическими процессами Преддипломная практика

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.7.1)*	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-2/основной	*1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков*	Знать: компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования.	Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии. Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования.	знать аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования, что такое математическая модель и как ее получить. Уметь: применять аналитические и численные методы решения задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных.

	3.Умение применять знания, умения, навыки *в типовых и нестандартных ситуациях*	Уметь: частично уметь провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования. Владеть: навыками составления структурных моделей;	Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей;	Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

N п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивая
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Модель и ее определение.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С,ЗЛ (1-4,2)	Вопросы 1-15	Согласно табл. 7.2
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.					
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (5-8)	Вопросы 15-25	Согласно табл. 7.2
4	Понятие о физическом и математическом моделировании..					
5	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия. Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	ПК-2	Лекции Лаб СРС	С ,ЗЛ (9-12)	Вопросы 25-35	Согласно табл. 7.2
6	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.					
7	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	ПК-2	Лекции Лаб СРС	С ,ЗЛ (13-18)	Вопросы 35-50	Согласно табл. 7.2
8	Оптимизация технологических процессов.					

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Пример заданий.

1. Моделирование и эксперимент.

1.1. Место математических моделей в этих понятиях.

1.2. Математические модели объектов с сосредоточенными и распределёнными параметрами.

1.3. Основные отличия физического и математического моделирования и их характеристика.

2. Безразмерные величины и пути их получения

2.1. Безразмерные переменные и их использование в математических моделях. Принципы нахождения безразмерных переменных. Безразмерные переменные в рамках теории подобия.

2.2. Безразмерные величины и пути их получения. Перевод размерных величин в безразмерные. Инварианты среди безразмерных величин, их отличительные особенности.

2.3. Безразмерные величины и инварианты подобия. Критерии подобия и их отличительная характеристика.

3. Вычислительный эксперимент

3.1. Понятие о вычислительном эксперименте. Роль этого метода в работе с математическими моделями.

3.2 Основные этапы вычислительного эксперимента и их краткая характеристика. Последовательность этапов и её обоснование.

3.3. Сущность, назначение, основные этапы и их характеристика, возможности, границы применимости, преимущества и недостатки вычислительного эксперимента

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисци-плине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания явля-ются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дис-циплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

-закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,

- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указан-ные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа №1. Математическое описание химических реакций и химических процессов. Общие подходы и различия	0	Выполнил, не защитил	12	Выполнил, защитил
Лабораторная работа №2. Использование метода стационарных концентраций для оптимизации и упрощения математических моделей.	0	Выполнил, не защитил	12	Выполнил, защитил

Практическая работа №1. Анализ размерностей. π-теорема Букингема	0	Выполнил, не защитил	12	Выполнил, защитил
Итого	0		36	
Посещаемость	0		14	
зачет	0		60	
Итого	**0**		**100**	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта дея-тельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 60 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Марков Ю. Г. Математические модели химических реакций [Текст]:учебник/ Ю. Г. Марков, И. В. Маркова.- М.: Лань, 2014. -192 с.

2. Гумеров А. М. Математическое моделирование химических процессов [Текст]: учебное пособие / А. М. Гумеров– Изд. 2-е перераб. –Манкт-Петербург: Лань. 2014. -176 с.

3. Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» [Текст]: учебное пособие / Н. А.Самойлов - М.:Лань, 2013. -176 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Елизаров И. А. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие /И. А. Елизаров, Ю. Ф. Мартемьянов, А. Г. Схиртладзе, А. А. Третьяков. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2011. - 96 с - Режим доступа : http://window.edu.ru

5. Новый справочник химика и технолога. [Текст]: справочник. - СПб.: Профессионал, 2004. - в 2 томах. Том I. Химическое равновесие. Свойства растворов. - 998 с.

8.3. Перечень методических указаний

1. Теоретические основы физического моделирования в химической технологии. Определение вида критериальных уравнений [Электронный ресурс] : методические указания к практическим и индивидуальным аудиторным занятиям по дисциплинам «Математические методы в химии» и «Химическая технология» для студентов специальности 020101.65 и направления 020100 «Химия» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра органической и аналитической химии ; сост. Е. Н. Розанова. - М. : ЮЗГУ, 2010. - 30 с.

2. Гидродинамическое подобие [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Математические методы в химии» для студентов направления подготовки 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия» и 020100.62 «Химия» / Юго-Западный государственный университет ; сост. А. В. Сазонова. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 19 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,

отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Химическая технология

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Интернет тренажеры по химии (i-exam.ru)
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
3. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
4. Химические сайты: http://www.xumuk.ru/,http://www.alximik.ru/,http://anchem.ru/,

http://www.chemistry.ru/,http://www.rusanalytchem.org/,
http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

Доступ к книгам абонемента, статьям периодической печати, базе данных трудов ученых ЮЗГУ (Известия ЮЗГУ).

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вся методическая литература и методические указания, необходимые для самостоятельного изучения дисциплины перечислены в пунктах 8.1 и 8.2.

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Важнейшим фактором успешного усвоения материала по дисциплине является систематическая и целенаправленная самостоятельная работа студентов. Она включает в себя работу по освоению и закреплению теоретического материала курса, выполнению текущих заданий по практическим занятиям, написание отчетов в соответствии с индивидуальным заданием.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам и во многом определяется ее ритмичностью (для чего эту работу необходимо планировать или придерживаться рекомендуемым графикам) и учебно-методическим обеспечением дисциплины.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к за-нятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

Отчеты по практическим занятиям оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществле-нии образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программ-ного обеспечения и

информационных справочных систем (при необходимости)

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского *(или ESETNOD)*

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры фундаментальной химии и химической технологии, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Лабораторная посуда (пробирки, колбы, пипетки, бюретки, бюксы и др.).

Лабораторное оборудование: аналитические весы, техно-химические весы, мешалки, магнитные мешалки, термостаты, сушильный шкаф, электрическая плитка, водяная баня, масляная баня, песчаная баня, вытяжные шкафы, вакуумный насос, pH-метр, кондуктометр

Вспомогательное оборудование (штативы, холодильники, термометры и др.)

Набор реактивов по каждой лабораторной работе.

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			
1	3, 4, 6	–	–	–	3	31.08.17	Протокол № 1 заседания кафедры ОХиХТ от 31.08.17