

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);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);

Разделы дисциплины:

Модель и ее определение.

Химический процесс как система.

Общий вид математического описания функционирования системы.

Иерархический принцип составления структурной математической модели.

Кинетические уравнения в математической модели структурного типа.

Условия однозначности.

Стационарные и нестационарные процессы.

Наиболее распространенные математические уравнения эмпирических моделей и их выбор.

Некоторые элементы теории подобия

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: 02.09.2020 20:46:06
Уникальный программный ключ:
efd3ecd9bd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета
Естественно-научного
(Подписание ф-та полностью)

 П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)

" 21 " 11 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели процессов и работа с ними
(Наименование дисциплины)

направление подготовки _____ 18.03.01
(цифр согласно ФГОС)

Химическая технология
наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

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

Курс -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



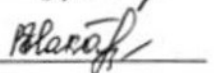
Л. М. Миронович

Разработчик программы,
д.х.н., профессор



А.М. Иванов

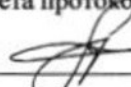
Директор научной библиотеки



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. *на каф. ФХиХТ от 31.08.2017, №1*

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 № 5 «30» 01. 2017 г. *на каф. ФХиХТ от 30.08.2018, №1*

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 № 5 «30» 01. 2017 г. *и на заседании кафедры ФХиХТ 24.06.2019, протокол №16.*

Зав. кафедрой

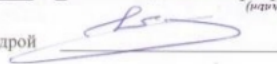


Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «26» 03 2018 г. на заседании кафедры ФХиХТ 26.06.2020 протокол №13
(наименование 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 ФХиХТ 30.06.2021 №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 20 20 г. на заседании кафедры ФХиХТ № 14 « 28 » 06 20 22 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**: аналитические и численные методы решения поставленных задач; методы обработки результатов и оценки погрешности

–**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; планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения,

– **владеть**: пакетами прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования; навыками математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

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

«Математические модели процессов и работа с ними» представляет дисциплину по выбору синдексом Б1.В. ДВ.03.02 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 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18

практические занятия	18
экзамен	0,15
зачет	-
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)	36

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 трудоемкость моделей. Модель и оригинал: общие черты и различия. Допустимость и целесообразность множества моделей для одного оригинала. Основные пути достижения трудоемкости 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.
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	Модель и ее определение.	2	1	1	МУ1	С, ЗЛ (1,2)	
2	Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы.	2	2	2	У1, У2, У3, У4, У5 МУ1	С, ЗЛ (3,4)	ПК-2,
3	Иерархический принцип составления структурной математической модели.	2	2	2	У1, У2, У3, У4, У5	С, ЗЛ (5,6)	ПК-2,
4	Понятие о физическом и математическом моделировании.	2	3	3	У1, У2, У3, У4, У5	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, У5 МУ1	С, ЗЛ (9,10)	ПК-2,
6	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	2	4	4	У1, У2, У3, У4, У5	С, ЗЛ (11,12)	ПК-2,
7	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	2	4	4	У1, У2, У3, У4, У5 МУ2	С, ЗЛ (13,14)	ПК-2,
8	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	2	5	5	У1, У2, У3, У4, У5 МУ2	С, ЗЛ (15,16)	ПК-2,
9	Оптимизация технологических процессов.	2	5	5	У1, У2, У3, У4, У5 МУ2	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. Химико-технологический процесс как система. Системы единиц и переход от одной системы к другой	4
2	Практическая работа №2. Метод подобия и его краткая характеристика. Границы использования в технологической практике химического профиля	4
3	Практическая работа №3. Критериальное преобразование уравнение Навье-Стокса	4
4	Практическая работа №4. Анализ размерностей. π -теорема Букингема	4
5	Практическая работа №5. Математическое описание химических реакций. Стехиометрия и равновесие химических реакций	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	14
	Итого, часов		54

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 экзамену;
 - 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 № 301 от 05.04.17 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.
1	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия.	Лекция-дискуссия	2
2	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.	Лекция-дискуссия	2
3	Физическое моделирование и основные этапы его проведения.	Лекция-дискуссия	2
4	Границы применимости математического моделирования в химической практике.	Лекция-дискуссия	2
Итого лекционных занятий			8
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
1	Практическая работа №2. Метод подобия и его краткая характеристика. Границы использования в технологической практике химического профиля	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
Итого практических работ			2
Итого			12

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

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	Б1.Б.15 Инженерная графика;	Б1.В.14 Моделирование химико-технологических процессов; Б1.В.ДВ.03.01 Статистическая обработка в химической практике; Б1.В.ДВ.03.02 Математические модели процессов и работа с ними	Б1.В.10 Технология основного органического синтеза; Б1.В.15 Системы управления химико-технологическими процессами; Б2.В.06(П) 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	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>Знать: компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования.</p> <p>Уметь: частично уметь провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования.</p> <p>Владеть: навыками составления структурных моделей;</p>	<p>Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии.</p> <p>Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования.</p> <p>Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей;</p>	<p>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.</p> <p>Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования для получения учебного, конкретного научного, научно-практического или практического результата, используя современные информационные технологии.</p> <p>Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей; техники критерияльного преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования.</p>

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 структур-	ПК-2,	Лекции-Лаб прак	С,ЗЛ (5,6)	Вопросы 10-	Согласно табл.

	ной математической модели.		СРС		20	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 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

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.

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен 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 дисциплине, 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.

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, 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
1	2	3	4	5
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	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Практическая работа №1. Химико-технологический процесс как система. Системы единиц и переход от одной системы к другой	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Практическая работа №2. Метод подобия и его краткая характеристика. Границы использования в технологической практике химического профиля	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Критериальное преобразование уравнение Навье-Стокса	2	Выполнил, не защитил	4	Выполнил, защитил

Практическая работа №4. Анализ размерностей. π -теорема Букингема	4	Выполнил, не защитил	8	Выполнил, защитил
Практическая работа №5. Математическое описание химических реакций. Стехиометрия и равновесие химических реакций	4	Выполнил, не защитил	8	Выполнил, защитил
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
экзамен	0		36	
Итого	24		100	

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

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- 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 - 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.

8.4 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 абонементом, 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, написанию 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 закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима 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 занятию 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 осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Антивирус Kaspersky Лицензия 156А-160809-093725-387-506.
Libreoffice (Бесплатная, GNU General Public License);

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, аквирестиллятор Курск Медтехника тр.88, весы электронные ВСТ 150/5-0, весы торсионные ВТ-500, кондуктометр/ солемер КСЛ-101, датчик кондуктометрический, рН-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», сахариметр 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 УТ-4300Е, 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 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего из- менения
	изме- нённых	заме- нённых	аннулиро- ванных	новых			
1		3,4,7			3	31.08.2017	Протокол №1 заседания кафе- дры ХТ А.И.И.

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);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);

Разделы дисциплины:

- Модель и ее определение.
- Химический процесс как система.
- Общий вид математического описания функционирования системы.
- Иерархический принцип составления структурной математической модели.
- Кинетические уравнения в математической модели структурного типа.
- Условия однозначности.
- Стационарные и нестационарные процессы.
- Наиболее распространенные математические уравнения эмпирических моделей и их выбор.
- Некоторые элементы теории подобия
- Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений.
- Физическое моделирование и основные этапы его проведения.
- Возможности аналогового моделирования и границы его применимости.

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

Математические модели процессов и работа с ними

(Наименование дисциплины)

направление подготовки

18.03.01

(цифр согласно ФГОС)

Химическая технология

наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология

наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения

заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курс - 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом № 1005 от 11.08.2016 г. и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета «26» 09 2016 г, протокол № 1.

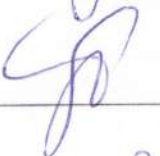
Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в учебном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии « 17 » 11 2016г., протокол № 7

Зав. кафедрой ФХиХТ
д.х.н., профессор



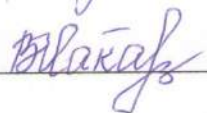
Л. М. Миронович

Разработчик программы,
д.х.н., профессор



Л.М.Миронович

Директор научной библиотеки



В. Г. Макаровская

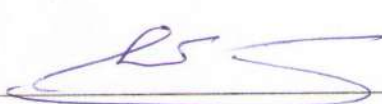

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол «30» 01 2017 г, протокол № 5 . на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «31» 08 2017г., протокол № 1

Зав. кафедрой



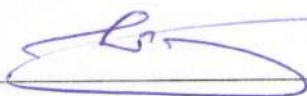
Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол « 9 » 26.03.2018 г, протокол № 9 на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «29.08 2018г., протокол № 1

Зав. кафедрой

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол «20» 0 201 г, протокол № 7 на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии « 4.06. 2019г., протокол № 16 .

и.о. Зав. кафедрой



И. 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» 03 20 18, на заседании кафедры ФХиХТ, 26.06.2020г., Пр N 13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

 Ж. 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 20 19, на заседании кафедры ФХиХТ, 30.06.2021г., пр N 15.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

 Ж. 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 20 20, на заседании кафедры ФХиХТ, 18.06.22г. пр N 14
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

 Ж. 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 № « » 20, 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**: как получить математическую модель, что для этого нужно,

– **уметь**: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования для получения учебного, конкретного научного, научно-практического или практического результата,

– **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.

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)

Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Математические модели процессов и работа с ними» представляет дисциплину по выбору с индексом Б1.В. ДВ.3.2 учебного плана специальности 18.03.01 Химическая технология (на 4 курсе).

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 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	12,3 12,12 (1)

в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	2
практические занятия	6
экзамен	0,3 0,12 (1)
зачет	-
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	12
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	2

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.
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	Эксперимент. Цели и задачи проведения эксперимента.	2	1	1	У1, У2, У3, М1	С, ЗЛ (1-6)	ПК-2
2	Основные этапы научно-исследовательского эксперимента и их краткая характеристика.						ПК-2
3	Обработка результатов выполненного эксперимента.						ПК-2
4	Средние значения величин в химии и химической технологии.	1	2	2	У1-У4, М2	С, ЗЛ (7-12)	ПК-2
5	Ошибки. Источники ошибок и их характеристика.						ПК-2
6	Законы распределения в химии и химической технологии.						ПК-2
7	Последовательность обработки экспериментальных данных	2	3	3	У1-У4, М2	С, ЗЛ (13-18)	ПК-2
8	Критерии и их применение при проверке гипотез.						ПК-2
9	Корреляция в химии и химической технологии						ПК-2

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 Статистическая обработка экспериментальных данных	2
	Итого	2

Таблица 4.2.2 – Практические работы

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Практическая работа №1. Средние величины и их использование в химической практике	2
2	Практическая работа №2. Распределение промахов и исключение их из выборки	2
3	Практическая работа №3. Критерий Фишера и его использование в химической практике	2
	Итого	6

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	2	3	4
1	Принципы организации процесса. Серийный эксперимент. Отдельные измерения и испытания в эксперименте. Средние значения величин в химии и химической технологии.	2 неделя	13
2	Пути обнаружения и устранения ошибок. Математическое ожидание Законы распределения в химии и химической технологии.	4 неделя	10
3	Последовательность обработки экспериментальных данных и последовательность действий при проверке гипотез	5неделя	10
4	Обработка результатов неравноточных наблюдений при разном числе измерений в рядах, но одинаковой точности каждого отдельного наблюдения и наблюдений с разной точностью отдельных измерений	6 неделя	10
5	Обработка результатов неравноточных наблюдений при разном числе измерений в рядах, но одинаковой точности каждого отдельного наблюдения	8 неделя	10
6	Критерий Стьюдента и его использование в химической практике	10 неделя	20
7	Обработка результатов эксперимента с использованием способа наименьших квадратов	12 неделя	20
8	Расчет регрессионных уравнений	14 неделя	20
9	Методы, используемые при построении графических зависимостей	16 неделя	10
	Итого		123

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 или экзамену;
 - 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 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. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области. (7)

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.
1	Практическая работа №1. Средние величины и их использование в химической практике	Семинар-конференция. Решение практических задач	2
	Итого практических работ		2

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

Код и содержание компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	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; Математическое моделирование процессов и работа с ними	Системы управления химико-технологическими процессами
Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	Физическая химия	Физическая химия; Математические модели процессов и работа с ними	Теоретические основы процессов избранных глав химической технологии; научно-исследовательская работа

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	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>Знать: компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования.</p> <p>Уметь: частично уметь провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования.</p> <p>Владеть: навыками составления структурных моделей;</p>	<p>Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач, современные информационные технологии.</p> <p>Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования.</p> <p>Владеть: навыками составления структурных моделей; нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей;</p>	<p>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.</p> <p>Уметь: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования для получения учебного, конкретного научного, научно-практического или практического результата, используя современные информационные технологии.</p> <p>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.</p>
ПК-16/основной	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>Знать: методы математического анализа и моделирования.</p> <p>Уметь: частичное умение проводить обработку результатов физических и химических экспериментов.</p> <p>Владеть: навыками составления материального</p>	<p>Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь: проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов.</p> <p>Владеть: навыками составления материального</p>	<p>Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; методы обработки результатов и оценки погрешности.</p> <p>Уметь: проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов, устанавливать границы их применения.</p> <p>Владеть: навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при реализации процессов малотоннажной химии</p>

ПК-2/основой	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД 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: провести необходимые работы в плане физического и (или) математического моделирования для получения учебного, конкретного научного, научно-практического или практического результата, используя современные информационные технологии. 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.
		о баланса на основе полученных результатов	баланса, выбора аппаратного оформления на основе методов математического анализа	

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	Эксперимент. Цели и задачи проведения эксперимента.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С,ЗЛ (1-6)	вопросы 1-20	Согласно табл. 7.2
2	Основные этапы научно-	ПК-2				

	исследовательского эксперимента и их краткая характеристика.					
3	Обработка результатов выполненного эксперимента.	ПК-2				
4	Средние значения величин в химии и химической технологии.	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (7-12)	вопросы 15-35	Согласно табл. 7.2
5	Ошибки. Источники ошибок и их характеристика.	ПК-2				
6	Законы распределения в химии и химической технологии.	ПК-2				
7	Последовательность обработки экспериментальных данных	ПК-2	Лекции Лаб прак СРС	С ,ЗЛ (13-18)	вопросы 30-65	Согласно табл. 7.2
8	Критерии и их применение при проверке гипотез.	ПК-2				
9	Корреляция в химии и химической технологии	ПК-2				

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

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.

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен 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 дисциплине, 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.

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, 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
1	2	3	4	5
Лабораторная работа №1 Статистическая обработка экспериментальных данных	0	Выполнил, не защитил	9	Выполнил, защитил
Практическая работа №1. Средние величины и их использование в химической практике	0	Выполнил, не защитил	9	Выполнил, защитил
Практическая работа №2. Распределение промахов и исключение их из выборки	0	Выполнил, не защитил	9	Выполнил, защитил
Практическая работа №3. Критерий Фишера и его использование в химической практике	0	Выполнил, не защитил	9	Выполнил, защитил
Итого	0		36	
Посещаемость	0		14	
экзамен	0		60	
Итого	0		100	

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

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- 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. – 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 - 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 - 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 абонемент, 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, написанию 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 закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима 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 занятию 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 осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного 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, рН-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 из- менения
	изме- нённых	заме- нённых	аннулиро- ванных	новых			
1	3,4,7	-	-	-	3	31.08.17	Протокол № заседания кафедры ФКиС от 31.08.17