Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 09.01.2026 12:56:31
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd[illegible]

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

Цель преподавания 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 изучения 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:

УК-3.3 Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата
ПК-2.2 Принимает решение о корректировке параметров процесса

Разделы дисциплины:
Химико-технологические процессы как объект для моделирования.
Общий вид математического описания 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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Естественно-научный
(наименование ф-та полностью)

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

«31» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология,
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль) «Химико-технологическое производство»
наименование направленности (профиля, специализации)

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

Курск – 2021

2

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» июня 2021 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство» на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии №1 «31» августа 2021 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____Кувардин Н.В.

Разработчик программы

к.х.н., доцент_____Пожидаева С.Д.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол № « __»_____20___г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии_____ .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол № « __»_____20___г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии_____ .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобренного Ученым советом университета протокол № « __»_____20___г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии_____ .

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобрено Ученым советом университета протокол №____«_____» 20_____г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии 27.06.2025 г., пр N 13

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ФХ и ХТ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобрено Ученым советом университета протокол № 7 «28.03» 20 22 г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии 16.06.2026 г., пр N 12

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ФХ и ХТ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобрено Ученым советом протокол №____«_____» 20_____г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии

_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ФХ и ХТ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобрено Ученым советом университета протокол №____«_____» 20_____г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии

_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ФХ и ХТ Н.В. Кувардин

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство», одобрено Ученым советом университета протокол №____«_____» 20_____г., на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии

_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ФХ и ХТ Н.В. Кувардин

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

1. Изучение основных обязательных требований к математической модели химического процесса и ее общего вида.
2. Использование на практике основных путей получения математических моделей, а также иерархического принципа составления структурных моделей.
3. Нахождение условий однозначности в математических моделях структурного типа и коэффициентов эмпирических моделей.
4. Освоение техники критериального преобразования математических моделей химических процессов в рамках физического моделирования.
5. 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 основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.3 Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата	***Знать:*** Химический процесс как систему. ***Уметь:*** применять границы применимости математического моделирования в химической практике ***Владеть:*** навыками физического моделирования и основных его этапов для оптимизации технологических процессов
ПК-2	Способен проводить разработку материалов с заданными свойствами с публикацией материалов	ПК-2.2 Принимает решение о корректировке параметров процесса	***Знать:*** аналитические и численные методы решения поставленных задач ***Уметь:*** проводить обработку информации для получения однозначного ответа и принятия решения ***Владеть:*** навыками обработки информации при проведении технологических расчетов и корректировки параметров

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)») основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Химико-технологическое производство». Дисциплина изучается на 3 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 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	10,1
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	6
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	93,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,12
в том числе:	
зачет	0,12
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	Модель и ее определение. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы	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. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы. Общий и конкретный вид математической модели системы.
2	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.
3	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.
4	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.
5	Понятие о физическом и математическом моделировании. Физическое моделирование и основные этапы его проведения	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. 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
6	Границы применимости математического моделирования в химической практике	Структурный и эмпирический подходы к получению математической модели химического процесса и их сопоставительная характеристика. Достоинства и недостатки каждого из подходов. Области преимущественного использования. Границы применимости математического моделирования в химической практике.
7	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

№	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. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы	2		1	У1-3	Р , С	УК-3, ПК-2
2	Иерархический принцип составления структурной математической модели			2	У1-3, 6 МУ1		УК-3, ПК-2
3	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия			3	У1-3, 6 МУ1		УК-3, ПК-2
4	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений			3	У1-3, 6 МУ1		УК-3, ПК-2
5	Понятие о физическом и математическом моделировании. Физическое моделирование и основные этапы его проведения	2		3	У1-3, 6 МУ1		УК-3, ПК-2
6	Границы применимости математического моделирования в химической практике				У1-3, 6 МУ1		УК-3, ПК-2
7	Оптимизация технологических процессов				У 1, 4, 5	Т	УК-3, ПК-2

Т – тестирование, Р – защита (проверка) рефератов С-собеседование

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Практические работы

Таблица 4.2.1 – Практические работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Практическая работа №1. Системы единиц	2
2	Практическая работа №2. Физические величины и единицы их измерения	2
3	Практическая работа №3. Практические аспекты физического моделирования	2
Итого		6

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	Модель и ее определение. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы	2	13,9
2	Иерархический принцип составления структурной математической модели	4	15
3	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия	6	15

4	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений	8	15
5	Понятие о физическом и математическом моделировании. Физическое моделирование и основные этапы его проведения	10	15
6	Границы применимости математического моделирования в химической практике	12	10
7	Оптимизация технологических процессов	14	10
Итого			93,9

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; тем рефератов

–методических указаний к выполнению практических 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

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных и профессиональных компетенций обучающихся.

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	Лекция «Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия»	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Практическая работа №2. Физические ве-	Разбор конкретных ситуаций	2

	личины и единицы их измерения		
Итого:			4

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем 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 обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы высокого профессионализма ученых и 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 основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры Учебно-исследовательская работа студентов	Основные виды контроля за ходом протекания химических процессов Моделирование химико-технологических процессов Технология полимерных материалов	Психология Производственная преддипломная практика
ПК-2 Способен проводить разработку материалов с заданными свойствами с	Химические процессы химической технологии Балансовые расчеты в химической практике/ Технохимические расчеты Промышленная экология Технология полимерных материалов		Производственная преддипломная практика Аппаратурное оформление хими-

публикацией материалов	Основные виды контроля за ходом протекания химических процессов Моделирование химико-технологических процессов	ко-технологических процессов

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	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно)	Продвинутый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
УК-3 / основной	УК-3.3 Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата	**Знать:** особенности химико-технологических процессов и этапы физического моделирования **Уметь:** проводить критериальные преобразования **Владеть:** навыками проведения критериальных преобразований	**Знать:** основы физического и математического моделирования **Уметь:** определять условия однозначности **Владеть:** навыками составления математического описания функционирования системы	***Знать:*** Химический процесс как систему. ***Уметь:*** применять границы применимости математического моделирования в химической практике ***Владеть:*** навыками физического моделирования и основных его этапов для оптимизации технологических процессов
ПК-2 / начальный , основной	ПК-2.2 Принимает решение о корректировке параметров процесса	***Знать:*** химико-технологические процессы как объект для моделирования **Уметь:** составлять общий вид математического описания функционирования системы **Владеть:** навыками физического моделирования	***Знать:*** основные законы, лежащие в основе расчетов **Уметь:** проводить постановку задачи оптимизации технологического процесса **Владеть:** навыками перехода от моделей нижнего уровня к более высокому.	***Знать:*** аналитические и численные методы решения поставленных задач ***Уметь:*** проводить обработку информации для получения однозначного ответа и принятия решения ***Владеть:*** навыками обработки информации при проведении технологических расчетов и корректировки параметров

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 основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№ заданий	
1	Модель и ее определение. Химический процесс как система. Общий вид математического описания функционирования системы	УК-3, ПК-2	Лекция, практическая, СРС	задание к практической работе №1 контрольные вопросы	1-20	Согласно табл.7.2
2	Иерархический принцип составления структурной математической модели					Согласно табл.7.2
3	Общий вид критериальных уравнений и приёмы его нахождения в рамках теории подобия					Согласно табл.7.2
4	Методы и приёмы нахождения конкретных видов критериальных уравнений					Согласно табл.7.2
5	Понятие о физическом и математическом моделировании. Физическое моделирование и основные этапы его проведения	УК-3, ПК-2	Лекция, практическая, СРС	контрольные вопросы	21-27	Согласно табл.7.2
6	Границы применимости математического моделирования в химической практике			Темы рефератов	Р	Согласно табл.7.2
7	Оптимизация технологических процессов			Т	БТЗ	Согласно табл.7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы по разделу (теме) 1. «Модель и ее определение.»

1. Сущность физического моделирования, его основные этапы и роль в решении технологических и исследовательских задач.
2. Теория подобия как теоретическая основа физического моделирования.
3. Способ задания условий однозначности в теории подобия.
4. Основные теоремы теории подобия.

Вопросы в тестовой форме по разделу (теме) 1.

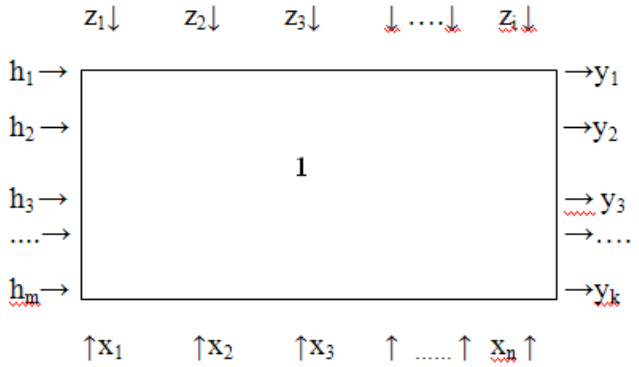
1. Типы моделей в моделировании. Выбрать правильный вариант:

А) материальная модель, мысленная модель, математическая модель;

Б) оригинал, математическая модель; техническая модель,

В) инженерная модель, опытная модель, виртуальная модель

2. В схематическом изображении системы, входы или факторы системы обозначены:



А) x, z, h Б) h, y В) x, z Г) 1 Д) отсутствуют

Темы рефератов

1. Преимущества и недостатки математического моделирования как метода исследования.

2. Физическое моделирование и мысленные эксперименты.

3. Специфика моделирования в химической технологии

4. Математическая модель в безразмерных переменных

5. Определение безразмерных переменных

6. Представление модели в безразмерном виде.

7. Выбор безразмерных комбинаций и переменных

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

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового и компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и 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. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

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 (или опыт деятельности) 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:

Графический метод решения математической модели

А) основан на приемах интегрирования и дифференцирования, нахождении корней уравнения, решении трансцендентных уравнения, дифференциальных уравнений и систем уравнений;

Б) методы и приемы алгебры, высшей математики, приемы математического анализа, позволяющие выйти на конкретный результат;

В) на алгоритмизации задачи;

Г) на преобразовании решении математической модели в аналог по результатам, но с измененной математической формой в сторону моделей, на которые рассчитана ЭВМ

Задание в открытой форме:

Уравнения подобия - это _____

Метод размерностей - это _____

Задание на установление правильной последовательности,

А) выполнить произведение соответствующих параметров на постоянные численные множители;

Б) Зная дифференциальное уравнение, описывающее данный класс явлений, формулируют подобие условий однозначности для группы подобных явлений

В) Константы подобия, как постоянные величины выносят за знак дифференциала

Г) индикатор (индикаторы) подобия приравнивают их единице.

Задание на установление соответствия:

1	Псевдогомогенные среды	а	математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе
2	модель сплошной среды	б	системы, в которых можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках;
3	математическая модель	в	можно пренебречь различием параметров процесса в разных точках

Компетентностно-ориентированная задача:

Используя методы и приемы теории анализа размерностей, определить общий вид критериального уравнения, если известно, что: 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 оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

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

Для *текущего контроля успеваемости* 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
Практическая работа №1. Системы единиц	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №2. Физические величины и единицы их измерения	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №3. Практические аспекты физического моделирования	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
СРС	12		24	
Итого	18		36	
Посещаемость	0		14	
Зачет	0		60	
Итого	30		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде 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 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. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Логос, 2012. – 304 с. – (Новая университетская библиотека). –

URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988 (дата обращения: 21.01.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

2. Зиятдинов, Н. Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad : учебно-методическое пособие : [16+] / Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева, Д. А. Рыжов ; сост. Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева, Д. А. Рыжов ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2008. – 161 с. : ил., табл., схем. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259070 (дата обращения: 21.01.2022). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Ас. М. Гумеров [и др.]. - М. : КолосС, 2008. - 159 с. - Текст : непосредственный.

5. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 176 с. - Текст : непосредственный.

6. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. - Изд. 3-е., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 176 с. - Текст : непосредственный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Основы моделирования химико-технологических процессов : методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплинам «Моделирование химико-технологических процессов» и «Математические модели процессов и работа с ними» для студентов направлений 18.03.01 - Химическая технология / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Д. Пожидаева, А. М. Иванов. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 28 с. - Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Справочники химика и химика-технолога в библиотеке университета,
отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

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

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции 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 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.

Практическому 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.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по практическим работам, а также по результатам докладов.

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, отработку студентами пропущенных лекций, 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 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 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 освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью освоения 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.

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.

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).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			