Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e76bf8da037

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства

Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей
и углеродных материалов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

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

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» является овладение методами математического моделирования и применение их в исследовании и оптимизации химико-технологических процессов.

Задачи изучения дисциплины:

– обучение студентов методологии составления математического описания процессов с учетом структуры потоков;

– проведение численных исследований химико-технологических процессов на ЭВМ и использование последних для решения задач проектирования и оптимизации;

– приобретение навыков управления технологическими процессами на тренажерах операторов технологических установок.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных компетенций (ОПК-5, ОПК-6) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий. Основывается на базе дисциплин: «Математика», «Физика», «Информатика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Процессы и аппараты химической технологии».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с моделированием технологических процессов.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере построения и анализа моделей химико-технологических процессов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч.

Программой дисциплины предусмотрены:

– при очной форме обучения – лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (108 ак.ч.);

– при заочной форме обучения – лекционные (6 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (168 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции		
Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5	ОПК-5.1 Знает методы химического анализа и оборудование для научного эксперимента, основы информатики и компьютерной графики. ОПК-5.2 Умеет планировать и проводить физические и химические эксперименты по анализу сырья, материалов и готовой продукции с использованием правил техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, решать профессиональные задачи, применяя современные информационные технологии. ОПК-5.3 Владеет статистическими методами обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6	ОПК-6.1 Знает основы информатики, информационных технологий. Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности. ОПК-6.2 Умеет использовать возможности информационно-вычислительных сетей, современные сервисы сети Интернет для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-6.3 Владеет навыками использования современных компьютерных технологий поиска информации, критического анализа этой информации и обоснования принятых идей и подходов для решению задач профессиональной деятельности.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		5
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	12	10
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	18	18
Подготовка к зачету	9	9
Промежуточная аттестация –зачет (З)	З	З
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	180	180
з.е.	5	5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 3 темы:

– тема 1 (Модели и моделирование);

– тема 2 (Физические модели);

– тема 3 (Основы математического моделирования).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Модели и моделирование	Система, элемент, связь. Классификация систем. Модель. Классификация моделей.	8	Знакомство с оснащением лабораторий кафедры МЧМ. Классификация имеющихся моделей технических систем	8		
2	Физические модели	Основные положения теории подобия. Критерии подобия. Анализ размерностей. Основные и производные единицы измерения.	10	Расчеты безразмерных соотношений при физическом моделировании. Использование критериев подобия при физическом моделировании	10	–	–
3	Основы математического моделирования	Этапы построения математической модели: постановка задачи, определение концептуальной модели, структурный синтез модели, идентификация параметров. Основные подходы к построению математических моделей. Алгебраические и дифференциальные уравнения. Стохастические модели. Идентификация параметров модели. Проверка адекватности модели. Корректировка и использование модели	18	Сбор и подготовка данных для математического моделирования. Пассивная идентификация параметров математической модели. Представление результатов моделирования. Проверка математической модели	18	–	–
Всего аудиторных часов			36		36	–	

Таблицы 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Модели и моделирование	Система, элемент, связь. Классификация систем. Модель. Классификация моделей.	2	Знакомство с оснащением лабораторий кафедры МЧМ. Классификация имеющихся моделей технических систем	2		
2	Физические модели	Основные положения теории подобия. Критерии подобия. Анализ размерностей. Основные и производные единицы измерения.	2	Расчеты безразмерных соотношений при физическом моделировании. Использование критериев подобия при физическом моделировании	2	–	–
3	Основы математического моделирования	Этапы построения математической модели: постановка задачи, определение концептуальной модели, структурный синтез модели, идентификация параметров. Основные подходы к построению математических моделей. Алгебраические и дифференциальные уравнения. Стохастические модели. Идентификация параметров модели. Проверка адекватности модели. Корректировка и использование модели	2	Сбор и подготовка данных для математического моделирования. Пассивная идентификация параметров математической модели. Представление результатов моделирования. Проверка математической модели	2	–	–
Всего аудиторных часов			6		6	–	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-5, ОПК-6	зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

–тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах – всего 40 баллов;

– написание реферата (выполнение контрольной работы – для студентов ЗФО) – всего 20 баллов;

– практические работы – всего 40 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.4).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Темы для рефератов (контрольных работ) – индивидуальное задание

1) Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.

2) Гидродинамические критерии подобия.

3) Тепловые критерии подобия.

4) Стохастические математические модели.

5) Верификация и валидация математической модели.

6) Построение графиков. Методы определения коэффициентов эмпирических формул. Метод средних. Метод наименьших квадратов.

7) Модель процесса абсорбции.

10) Модель процесса ректификации.

11) Модель процесса сушки.

12) Модель процесса адсорбции.

13) Составление материального баланса для периодических и непрерывных процессов.

14) Составление математической модели теплопереноса.

6.3 Оценочные средства (тесты) для текущего контроля успеваемости и коллоквиумов

Тема 1 Модели и моделирование.

1) Определение понятия система.

2) Что такое иерархическая система, элемент, связь?

3) Объясните свойства систем: управляемость, стойкость, надежность, др.

4) Объясните классификацию систем: статичные и динамические, непрерывные и дискретные, др.

5) Приведите примеры систем: технологические, производственные, экономические, др. (связки, элементы, др.)

6) Определения понятия модель.

7) Объясните классификацию моделей: вероятностные и детерминированные, статичные и динамические, имитационные,

8) Раскройте понятие оптимизации.

9) Поясните классификацию химических процессов по физико-химическим и физическим признакам.

Тема 2 Физические модели.

1) Что такое физическое моделирование?

2) Что такое аналоговое моделирование?

3) Поясните условия подобия системы и модели.

4) Поясните основные положения теории подобия.

5) Как строятся критерии подобия?

6) Что такое анализ размерностей?

7) Как построить физическую модель системы?

8) Поясните основные гидродинамические критерии подобия.

9) Поясните основные тепловые критерии подобия.

10) Поясните критерии подобия, характеризующие процессы массопереноса.

Тема 3 Основы математического моделирования.

1) Что такое интуитивное и знаковое моделирование?

2) Дайте определения понятия математической модели.

3) Приведите примеры классификации математических моделей.

4) Какие этапы построения математической модели?

5) Что такое идентификация параметров модели?

6) Как проводят пассивную идентификацию параметров модели?

7) Как проводят активную идентификацию параметров модели?

8) Каковы позитивные качества и недостатки статистических моделей?

9) Составьте математическую модель движущегося однофазного потока жидкости (уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса.

10) Составьте математическую модель теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).

11) Составьте математическую модель конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды на основе уравнения Фурье-Кирхгофа.

12) Составьте модель массопереноса.

13) Поясните принципы математического описания процессов химического превращения (кинетические модели).

14) Поясните математические модели химических реакторов.

6.4 Вопросы для подготовки к зачету

1) Определение понятия система.

2) Что такое иерархическая система, элемент, связь?

3) Объясните свойства систем: управляемость, стойкость, надежность, др.

4) Объясните классификацию систем: статичные и динамические, непрерывные и дискретные, др.

5) Приведите примеры систем: технологические, производственные, экономические, др. (связки, элементы, др.)

6) Определения понятия модель.

7) Объясните классификацию моделей: вероятностные и детерминированные, статичные и динамические, имитационные,

8) Раскройте понятие оптимизации.

9) Поясните классификацию химических процессов по физико-химическим и физическим признакам.

10) Что такое физическое моделирование?

11) Что такое аналоговое моделирование?

12) Поясните условия подобия системы и модели.

13) Поясните основные положения теории подобия.

14) Как строятся критерии подобия?

15) Что такое анализ размерностей?

16) Как построить физическую модель системы?

17) Поясните основные гидродинамические критерии подобия.

18) Поясните основные тепловые критерии подобия.

19) Поясните критерии подобия, характеризующие процессы массопереноса.

20) Что такое интуитивное и знаковое моделирование?

21) Дайте определения понятия математической модели.

22) Приведите примеры классификации математических моделей.

23) Какие этапы построения математической модели?

24) Что такое идентификация параметров модели?

25) Как проводят пассивную идентификацию параметров модели?

26) Как проводят активную идентификацию параметров модели?

27) Каковы позитивные качества и недостатки статистических моделей?

28) Составьте математическую модель движущегося однофазного потока жидкости (уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса.

29) Составьте математическую модель теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).

30) Составьте математическую модель конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды на основе уравнения Фурье-Кирхгофа.

31) Составьте модель массопереноса.

32) Поясните принципы математического описания процессов химического превращения (кинетические модели).

33) Поясните математические модели химических реакторов.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211445 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Федорова, С. А. Моделирование химико-технологических процессов. Конспект лекций : учебное пособие / С. А. Федорова. — Севастополь : СевГУ, 2022. — 182 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301628 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Арутюнян, С. А. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / С. А. Арутюнян. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/195081 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Егорова, Е. В. Математическое моделирование химико - технологических процессов : учебно-методическое пособие / Е. В. Егорова, А. Ю. Закгейм. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/218615 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Моделирование химико-технологических процессов в пакете Mathcad Prime : учебное пособие / А. В. Клинов, А. В. Малыгин, И. П. Анашкин, Л. Р. Минибаева. — Казань : КНИТУ, 2022. — 148 с. —Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/412325 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Чернухин, Р. В. Моделирование и исследование систем управления химико-технологических процессов : учебное пособие / Р. В. Чернухин. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 74 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216329 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к лабораторным и самостоятельным занятиям по дисциплине «Моделирование систем и процессов» : (для студентов, обучающихся по специальности 15.04.03 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Управление и

инновации в автоматизированных системах и технологических процессах», бакалавр, форма обучения: очная и заочная) / сост. Н.Н. Шиков, Н.З. Бойко, Р.Ю. Ткачев ; Каф. Управления инновациями в промышленности . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2023 . — 131 с. — URL: https://www.library.dstu.education/download.php?rec=131708 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» : (для студентов по специальности 22.04.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / сост. А.В. Токарев, Н.Г. Митичкина ; Каф. Обработки металлов давлением и металловедения . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 34 с. URL: https://www.library.dstu.education/download.php?rec=127529 (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. — Текст : электронный.

3. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Лекционная аудитория. (60 посадочных мест)* Аудитории для проведения лабораторных занятий, для самостоятельной работы: *компьютерный класс (учебная аудитория) для проведения лабораторных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, оборудованная учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС* *Персональные компьютеры, Проектор ACEP X110*	ауд. *302* лабораторный корп. ауд. *207* лабораторный корп.

Лист согласования РПД

Разработал

проф. кафедры металлургических технологий — А.Л. Кухарев
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

_____ (должность) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

_____ (должность) _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой металлургических технологий — Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол №__1___ заседания кафедры металлургических технологий от 30.08.2024г.

Согласовано

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»	(подпись)	Н.Г. Митичкина (Ф.И.О.)
Начальник учебно-методического центра	(подпись)	О.А. Коваленко (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td><td>ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>