

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (МИНОБРНАУКИ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет
Кафедра

горно-металлургической промышленности и строительства
машин металлургического комплекса



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора
по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента и моделирование
(наименование дисциплины)

2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы
(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

Квалификация

Форма обучения

очная

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Основной целью освоения дисциплины – формирование у аспирантов:

- комплекса теоретических знаний и практических навыков в сфере моделирования физических, химических, тепловых, термодинамических и технологических процессов, математических и экспериментально-статистических методов описания и анализа моделируемых процессов, создание и оптимизация математических моделей технических систем и процессов;

- приобретения навыков применения прикладных программных средств для решения практических вопросов, проектирования, обработки массивов данных, построения математических моделей, получения графических и иных интерпретаций получаемой информации.

Задачи дисциплины:

Получение профессиональных навыков по профилю специальности:

- формирование профессиональных умений и навыков в постановке задачи и построения математической модели для исследования основных процессов и систем в металлургии, технологических операций по эксплуатации металлургических машин и управления производством;

- использования программных математических комплексов для решения задач моделирования металлургических процессов и систем, их теоретического и экспериментального исследования.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Современный образовательный процесс в высшей школе» относится к элективным дисциплинам блока 2 «Образовательный компонент» образовательной программы, направленна на повышение компетенций обучающихся по специальности 2.5.21 «Машины, агрегаты и технологические процессы» в ФГБОУ ВО «ДонГТУ».

Дисциплина реализуется кафедрой машин металлургического комплекса.

Основывается на базе дисциплин, изученных в результате освоения предшествующих программ бакалавриата, специалитета и магистратуры.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Производственная практика (научно-исследовательская работа), Научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение исследований по теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, а также направлена на формирование компетенций по способности использовать знания в различных сферах жизнедеятельности, способности к изучению и анализу исследовательской деятельности, способности к научно-методическому сопровождению исследовательской деятельности.

Дисциплина читается на 1 курсе. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа (72 ак.ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч.
		2
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 аспирантов, в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	—	—
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	—	—
Расчетно-графическая работа (РГР)	—	—
Реферат (индивидуальное задание)	—	—
Домашнее задание	—	—
Подготовка к контрольной работе	—	—
Подготовка к коллоквиуму	—	—
Аналитический информационный поиск	14	14
Работа в библиотеке	12	12
Подготовка к зачету	6	6
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

4 Содержание дисциплины

Дисциплина разбита на 3 темы:

- тема 1 (Моделирование детерминированных процессов, математический аппарат, используемый при синтезе математической модели);
- тема 2 (Численные методы для анализа и расчета технологических процессов);
- тема 3 (Задачи дискретной оптимизации и динамического программирования).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – 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	Моделирование детерминированных процессов, математический аппарат, используемый при синтезе математической модели	Структурно-параметрическое описание и назначение параметров объекта Математический аппарат, используемый при синтезе математической модели	4	Обобщение данных. Определение перечня управляющих параметров	4	–	–
2	Численные методы для анализа и расчета технологических процессов	Экспериментально-статистические методы математического описания Интерполяционные методы обработки исходных данных, формула Ньютона, многочлен Лагранжа Метод половинного деления для уравнения Поиск решений, с применением математических методов	4	Построение и исследование регрессионных моделей	4	–	–
3	Задачи дискретной оптимизации и динамического программирования	Постановка дискретных оптимизационных задач Принцип оптимальности, рекуррентные соотношения Методы проверки гипотезы об адекватности модели	4	Практическое вычисление методом интерполяции, интерполяция сплайнами Метод дихотомии Метод Ньютона-Рафсона Дискретная оптимизация Критерий оптимальности, нормативная функция Способы проверки адекватности модели	4	–	–
Всего аудиторных часов:					36	–	–

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

5.1 Критерии оценивания

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

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если аспирант набрал в течение курса 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 проводится по результатам работы за курс. В случае, если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт
1-59	Не зачтено
60-73	Зачтено
74-89	Зачтено
90-100	Зачтено

5.2 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Моделирование детерминированных процессов, математический аппарат, используемый при синтезе математической модели

- 1) Что такое детерминированный процесс и чем он отличается от стохастического?
- 2) Зачем нужно моделировать детерминированные процессы? Какие цели при этом преследуются?
- 3) Какие этапы включает в себя процесс построения математической модели?
- 4) Что такое адекватность модели и как ее оценивают?
- 5) Какие основные типы математических моделей детерминированных процессов вы знаете?
- 6) Какие основные разделы математики используются при моделирова-

нии детерминированных процессов?

7) Что такое дифференциальное уравнение и как оно используется в моделировании?

8) Какие методы решения дифференциальных уравнений вы знаете и в каких случаях они применяются?

9) Что такое линейные и нелинейные дифференциальные уравнения? В чём их отличие?

10) Что такое интегральное уравнение и в каких задачах оно используется?

11) Как теория матриц и линейная алгебра используются при моделировании детерминированных систем?

12) Что такое преобразование Лапласа и для чего оно применяется в моделировании?

13) Как используются методы оптимизации при построении математических моделей?

14) Какова роль численных методов в моделировании детерминированных процессов?

15) Как происходит переход от физической или иной сущности процесса к его математическому описанию?

16) Что такое параметризация модели и как определяются значения параметров?

17) Как учитываются начальные и граничные условия при построении модели?

18) Как упростить сложную математическую модель без потери ее адекватности?

19) Какие допущения могут быть сделаны при построении модели?

20) Как можно проверить корректность построенной математической модели?

21) Приведите примеры детерминированных процессов и соответствующих им математических моделей.

22) Как математическое моделирование помогает в инженерных расчетах и проектировании?

23) Какие ограничения есть у математических моделей детерминированных процессов?

24) Как используются компьютерные технологии в моделировании детерминированных процессов?

25) Какие современные тенденции развития математического моделирования вы знаете?

Тема 2 Численные методы для анализа и расчета технологических процессов

1) Что такое численные методы и зачем они нужны в анализе технологических процессов?

2) Какие основные этапы решения задачи численными методами?

- 3) Что такое аппроксимация и какова её роль в численных методах?
- 4) Что такое погрешность численного метода, и какие виды погрешностей существуют?
- 5) Чем отличаются явные и неявные численные методы?
- 6) Какие численные методы применяются для решения алгебраических уравнений? (Примеры: метод бисекции, метод Ньютона-Рафсона)
- 7) Как работает метод итераций?
- 8) Какие численные методы используются для решения обыкновенных дифференциальных уравнений? (Примеры: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты)
- 9) Что такое шаг интегрирования и как его выбор влияет на точность решения?
- 10) Как применяются численные методы для решения систем дифференциальных уравнений?
- 11) Какие численные методы существуют для решения уравнений в частных производных? (Примеры: метод конечных разностей, метод конечных элементов)
- 12) Какие существуют численные методы для задач оптимизации? (Примеры: градиентный спуск, метод Ньютона)
- 13) В чём разница между локальным и глобальным минимумом (максимумом)?
- 14) Как используются численные методы для нахождения оптимальных параметров технологических процессов?
- 15) Что такое метод штрафных функций и где он применяется?
- 16) Какие численные методы применяются для интерполяции и экстраполяции данных? (Примеры: полиномиальная интерполяция, сплайны)
- 17) Как используется численное интегрирование для вычисления площадей и объёмов? (Примеры: метод трапеций, метод Симпсона)
- 18) Какие численные методы применяются для сглаживания и фильтрации данных?
- 19) Что такое метод наименьших квадратов и как он применяется для аппроксимации экспериментальных данных?
- 20) Приведите примеры применения численных методов в конкретных технологических процессах (например, теплопередача, массоперенос, гидродинамика).
- 21) Как численные методы помогают в моделировании и анализе работы технологического оборудования?
- 22) Какие особенности применения численных методов для моделирования сложных многофазных процессов?
- 23) Как используются специализированные программные пакеты (например, ANSYS, COMSOL) для численного моделирования технологических процессов?
- 24) Какие требования предъявляются к точности и устойчивости численных решений в инженерной практике?

25) Какие современные тенденции развития численных методов вам известны и как они влияют на анализ технологических процессов?

Тема 3 Задачи дискретной оптимизации и динамического программирования

- 1) Что такое дискретная оптимизация и чем она отличается от непрерывной оптимизации?
- 2) Какие основные классы задач дискретной оптимизации вы знаете?
- 3) Что такое целевая функция и ограничения в задаче дискретной оптимизации?
- 4) Что такое допустимое решение и оптимальное решение?
- 5) В чем заключается сложность задач дискретной оптимизации?
- 6) Что такое задача о рюкзаке и какие ее разновидности существуют?
- 7) Опишите задачу коммивояжера и ее практическое значение.
- 8) Что такое задача о назначениях и как она решается?
- 9) Что такое задача о покрытии множества?
- 10) Приведите примеры задач дискретной оптимизации из реальной жизни.
- 11) Что такое полный перебор и почему он не всегда эффективен?
- 12) Какие эвристические алгоритмы вы знаете для решения задач дискретной оптимизации?
- 13) Как работает метод ветвей и границ?
- 14) Что такое метод отжига (имитации отжига) и где он применяется?
- 15) Какие алгоритмы используют линейное программирование для решения дискретных задач?
- 16) Что такое динамическое программирование и когда его стоит применять?
- 17) В чем заключается принцип оптимальности Белмана?
- 18) Какие основные этапы решения задачи методом динамического программирования?
- 19) В чём разница между прямой и обратной прогонами в динамическом программировании?
- 20) Какие типы задач эффективно решаются с помощью динамического программирования?
- 21) Как применять динамическое программирование для решения задачи о рюкзаке?
- 22) Как динамическое программирование может помочь в решении задачи о кратчайшем пути?
- 23) Приведите примеры использования динамического программирования в реальных задачах.
- 24) Какие преимущества и недостатки вам известны у динамического программирования по сравнению с другими методами?
- 25) Какие существуют современные подходы и тенденции в области дискретной оптимизации и динамического программирования?

5.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

- 1) Что такое детерминированная система и как ее поведение описывается математически?
- 2) Какие виды математических моделей используются для детерминированных процессов?
- 3) Чем отличается аналитическое и численное моделирование?
- 4) Какова роль дифференциальных уравнений в моделировании? Приведите примеры.
- 5) Какие типы дифференциальных уравнений чаще встречаются в инженерных задачах?
- 6) Что такое начальные и граничные условия и как они влияют на решение дифференциальных уравнений?
- 7) Как используется интегральное исчисление при моделировании физических процессов?
- 8) Что такое передаточная функция и где она применяется?
- 9) В чём суть метода Лапласа и как его использовать для решения дифференциальных уравнений?
- 10) Как используется линейная алгебра (матрицы и векторы) при моделировании систем?
- 11) Что такое фазовое пространство и как его использовать для анализа поведения системы?
- 12) Какие математические функции часто встречаются при описании детерминированных процессов?
- 13) Как осуществляется параметризация математической модели?
- 14) Что такое верификация и валидация модели?
- 15) Приведите примеры детерминированных процессов из разных областей науки и техники.
- 16) Что такое численный метод и чем он отличается от аналитического решения?
- 17) Какие основные типы погрешностей возникают при использовании численных методов?
- 18) В чём разница между явными и неявными методами численного интегрирования?
- 19) Опишите метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений.
- 20) Что такое методы Рунге-Кутты и какие их преимущества?
- 21) Как используются численные методы для решения систем дифференциальных уравнений?
- 22) Что такое метод конечных разностей и где он применяется?
- 23) Что такое метод конечных элементов и чем он отличается от метода конечных разностей?
- 24) Как используется численное интегрирование (например, метод трапеций) для вычисления интегралов?
- 25) Как применяются численные методы для решения задач оптимизации?

- 26) Что такое интерполяция и экстраполяция и зачем они нужны в численных расчётах?
- 27) Как используются численные методы для обработки и сглаживания экспериментальных данных?
- 28) Какие существуют критерии выбора численного метода для конкретной задачи?
- 29) Как влияет размер шага на точность и стабильность численных решений?
- 30) Какие программные средства используются для численного моделирования технологических процессов?
- 31) Что такое дискретная оптимизация, и какие типы задач она включает?
- 32) Какие основные примеры задач дискретной оптимизации вы знаете?
- 33) В чем заключается сложность задач дискретной оптимизации?
- 34) Что такое задача о рюкзаке, и какие подходы к ее решению существуют?
- 35) Опишите задачу коммивояжера и ее варианты.
- 36) Что такое задача о назначениях, и как ее решать?
- 37) Какие эвристические алгоритмы используются в дискретной оптимизации?
- 38) Как работает метод ветвей и границ?
- 39) Что такое генетические алгоритмы, и как они применяются для решения задач оптимизации?
- 40) Что такое метод отжига и когда его стоит использовать?
- 41) Что такое динамическое программирование и в чем его отличие от других методов?
- 42) В чем состоит принцип оптимальности Белмана?
- 43) Как динамическое программирование используется для решения задач?
- 44) Как динамическое программирование может помочь в решении задачи о кратчайшем пути?
- 45) Что такое рекуррентное соотношение в контексте динамического программирования?
- 46) В чём разница между прямой и обратной прогонами в динамическом программировании?
- 47) Какие преимущества и ограничения у динамического программирования?
- 48) Как можно использовать динамическое программирование для решения задач управления?
- 49) Приведите примеры применения дискретной оптимизации и динамического программирования в реальных задачах.
- 50) Какие современные тенденции существуют в области дискретной оптимизации и динамического программирования?

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 510 с. — Текст : электронный — URL: <https://urait.ru/bcode/535380> (дата обращения: 29.08.2024).

2. Колдаев В. Д. Численные методы и программирование : учебное пособие/ В. Д. Колдаев: под ред. Проф. Л.Г. Гагариной – Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФА-Ъ. 2024. – 336 с. — Текст : электронный — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=449087> (дата обращения: 28.08.2024).

Дополнительная литература

1. Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник/ И. О. Леушин. – М.: ФОРУМ: ИНФА-Ъ. 2019. – 207 с. — Текст : электронный — URL: <https://znanium.ru/read?id=355608>

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

1 Научная библиотека ДонГТУ – library.dstu.education

2 Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

4 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

5 Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ", http://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/)

6. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://www.fgosvo.ru/>

7. Сайт Национального фонда профессиональных квалификаций (НФПК) <http://univer.ntf.ru/p82aa1.html>

8. Сайт Проекта 5/100 <https://5top100.ru/>

9. Сайт опорных университетов <http://опорныйуниверситет.рф/>

10. Сайты ведущих университетов РФ

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

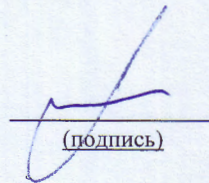
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Количество посадочных мест – 38 шт. Доска для написания мелом – 1шт. Компьютер ПК на базе Intel(R) Pentium(R) Gold G6405 CPU @ 4.10GHz – 13 шт. Компьютер Intel Pentium(R)-4 CPU @2.40GHz – 1 шт. Компьютер ПК на базе Intel Celeron CPU @2.40GHz – 2шт. Компьютер Intel Pentium(R) Dual-Core CPU E5200 @2.50GHz – 1 шт. Мультимедийный проектор Accer – 1 шт. Web камера – 1шт. Колонки (комплект) – 1 шт. Рециркулятор – 1 шт. Экран для проектора S`OK CINEMA MOTOSCREEN – 1 шт.	ауд. <u>222</u> корп. <u>1</u>

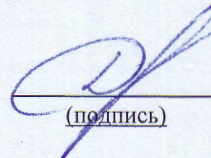
Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры машин
металлургического комплекса
(должность)


(подпись)

В. А. Козачишен
(ФИО)

Заведующий кафедрой машин
металлургического комплекса


(подпись)

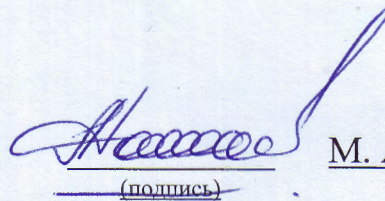
Н. А. Денисова
(ФИО)

Протокол № 1
заседания кафедры машин
металлургического комплекса

От 30 августа 2024 года

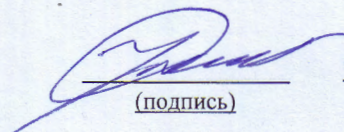
Согласовано

Заведующий аспирантурой


(подпись)

М. А. Филатов
(ФИО)

Начальник учебно-методического
центра


(подпись)

О. А. Коваленко
(ФИО)

7.1 Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	