

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

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

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 «Численные методы» является приобретение базовых знаний в области численных методов решения задач алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений, методов оптимизации, а также методологических подходов разработки и изучения основных вычислительных методов для решения задач исследовательского и прикладного характера.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов навыков владения методами вычислительной математики, численными методами решения нелинейных уравнений, систем линейных уравнений, методами теории интерполирования, численными методами для обработки экспериментальных данных, численными методами решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;

- формирование у студентов навыков владения численными методами решения задач одномерной оптимизации.

- овладение навыками применения современных пакетов моделирования.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-2) и профессиональной компетенции (ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в *часть Блока I, формируемую участниками образовательных отношений*, подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (профиль «Управление и инновации в автоматизированных системах и процессах»).

Дисциплина реализуется кафедрой автоматизированного управления и инновационных технологий.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика».

Является основой для изучения следующих дисциплин «Моделирование систем и процессов».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с компьютерными технологиями в автоматизации и управлении.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере вычислительных технологий в автоматизации и управлении.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч.

Программой дисциплины предусмотрены:

- при очной форме обучения – лекционные (36 ак.ч.) и практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.);

- при заочной форме обучения – лекционные (4 ак.ч.) и практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (136 ак.ч.).

Дисциплина изучается:

- при очной форме обучения – на 2 курсе в 3 семестре;

- при заочной форме обучения – на 2 курсе в 3 семестре.

Форма промежуточной аттестации – дифзачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Численные методы» 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 применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	ОПК-2	ОПК-2.1. Знать основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации ОПК-2.2. Уметь применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации
Профессиональные компетенции		
Способен выполнять работы по внедрению, техническому обслуживанию и опытной эксплуатации АСУП	ПК-2	ПК-2.2 участвует в опытной эксплуатации АСУП ПК-2.3 участвует в контроле результатов опытной эксплуатации АСУП

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 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 экзамену.

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
		7
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:	72	72
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	12
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к зачету	9	9
Промежуточная аттестация –дифзачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3, дисциплина разбита на 3 темы:

- тема 1 (Решение систем алгебраических уравнений);
- тема 2 (Приближение функций);
- тема 3 (Численные решения уравнений);

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	Решение систем алгебраических уравнений	Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Постановка задачи локализации корней. Метод Гаусса. Метод итераций решения СЛАУ. Метод Зейделя.	8	Вычисление погрешностей результатов арифметических действий над приближёнными числами. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений	8		
2	Приближение функций	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные формулы Ньютона. Интерполирование сплайнами. Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	10	Составление интерполяционных формул Лагранжа, Ньютона. Обработка экспериментальных данных МНК	10	—	—
3	Численные решения уравнений	Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы одномерной оптимизации.	18	Численное дифференцирование и интегрирование. Приближенное решение задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы одномерной оптимизации.	18	—	—
Всего аудиторных часов			36		36		—

Таблица 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	Решение систем алгебраических уравнений	Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Постановка задачи локализации корней. Метод Гаусса. Метод итераций решения СЛАУ. Метод Зейделя.	1	Вычисление погрешностей результатов арифметических действий над приближёнными числами. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений	1		
2	Приближение функций	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные формулы Ньютона. Интерполирование сплайнами. Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	1	Составление интерполяционных формул Лагранжа, Ньютона. Обработка экспериментальных данных МНК	1	—	—
3	Численные решения уравнений	Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы одномерной оптимизации.	2	Численное дифференцирование и интегрирование. Приближенное решение задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы одномерной оптимизации.	2	—	—
Всего аудиторных часов			4		4		—

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-2, ПК-2	Дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для дифференцированного зачета

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

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах – всего 30 баллов;
- за выполнение реферата (контрольной работы – для студентов ЗФО) – всего 10 баллов;
- практические работы – всего 60 баллов.

Дифзачет 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.

Дифзачет по дисциплине «Численные методы» 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) Алгоритм метода Гаусса.
- 2) Метод простых итераций при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости итерационного процесса.
- 3) Метод Зейделя при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости метода Зейделя.
- 4) Отделение корней уравнения (графически и аналитически). Уточнение корня методом половинного деления.
- 5) Уточнение корня уравнения методом хорд.
- 6) Уточнение корня уравнения методом касательных.
- 7) Уточнение корня уравнения комбинированным методом.
- 8) Интерполирование функции. Линейная интерполяция, погрешность линейной интерполяции
- 9) Интерполяционный многочлен Лагранжа, оценка погрешности. Конечные разности
- 10) Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов (1-ая и 2-ая формулы).
- 11) Аппроксимация функций одной переменной. Выбор вида приближающей функции. Метод средних и метод наименьших квадратов.
- 12) Численное интегрирование. Метод прямоугольников и метод трапеций.
- 13) Численное интегрирование. Вывод формулы Симпсона (параболы).
- 14) Формулы Гаусса при численном интегрировании. Полином Лежандра.
- 15) Задача Коши. Метод Эйлера при решении дифференциального уравнения и систем ОДУ. Модификации метода Эйлера.
- 16) Метод Рунге-Кутты, графическая иллюстрация.
- 17) Многошаговые методы. Алгоритм Адамса.

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

Тема 1 Решение систем алгебраических уравнений

- 1) Поясните классификацию погрешностей, понятия приближенных чисел.
- 2) Назовите правила приближенных вычислений, погрешности

вычисления значений функции.

3) Поясните понятия «устойчивость», «корректность», «сходимость» итерационных последовательностей.

4) Охарактеризуйте численные методы решения нелинейных уравнений.

5) Поясните метод Ньютона и теорему об оценках погрешности метода Ньютона.

6) Назовите модификации метода Ньютона.

7) Поясните метод простой итерации.

8. Поясните процедуру численного решения СЛАУ прямыми методами, методом Гаусса.

9) Поясните метод прогонки. Как реализуется контроль точности при реализации прямых методов решения СЛАУ.

10) Поясните итерационные методы решения СЛАУ, метод простой итерации, метод Зейделя.

11) Поясните метод Якоби и его модификации.

12) Поясните метод простых итераций для решения систем нелинейных уравнений.

13) Поясните метод Ньютона и его модификации для решения нелинейных уравнений.

Тема 2 Приближение функций.

1) Назовите этапы аппроксимации функций.

2) Поясните интерполяционный многочлен Лагранжа.

3) Назовите этапы интерполирования функций.

4) Поясните принципы полиномиальной интерполяции.

5) Назовите основные интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов.

6) Назовите принципы подбора эмпирических формул.

7) Поясните метод наименьших квадратов.

8) Назовите принципы кусочно-полиномиальной интерполяции.

9) Поясните суть сплайн-интерполяции.

10) Назовите особенности применения парной регрессии.

11) Поясните принципы выбора вида математической функции.

12) Охарактеризуйте коэффициенты корреляции и детерминации.

Тема 3 Численные решения уравнений.

1) Поясните этапы численного дифференцирования.

2) Поясните этапы численного интегрирования, квадратурные формулы, принципы выбора шага интегрирования.

3) Поясните квадратурные формулы Гаусса.

4) Охарактеризуйте метод Монте-Карло для численного интегрирования.

5) Поясните постановку задачи и классификацию методов численного решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

6) Поясните метод Эйлера и его модификации.

- 7) Охарактеризуйте семейство методов Рунге-Кутты.
- 8) Поясните линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, метод Адамса-Башфорта.
- 9) Поясните метод Адамса-Моултона для решения задач Коши.
- 10) Поясните предикт-корректорные схемы метода Адамса.
- 11) Охарактеризуйте численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 12) Назовите основные задачи оптимизации.
- 13) Охарактеризуйте оптимизацию методом градиентного спуска.

6.4 Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету

- 1) Поясните классификацию погрешностей, понятия приближенных чисел.
- 2) Назовите правила приближенных вычислений, погрешности вычисления значений функции.
- 3) Поясните понятия «устойчивость», «корректность», «сходимость» итерационных последовательностей.
- 4) Охарактеризуйте численные методы решения нелинейных уравнений.
- 5) Поясните метод Ньютона и теорему об оценках погрешности метода Ньютона.
- 6) Назовите модификации метода Ньютона.
- 7) Поясните метод простой итерации.
8. Поясните процедуру численного решения СЛАУ прямыми методами, методом Гаусса.
- 9) Поясните метод прогонки. Как реализуется контроль точности при реализации прямых методов решения СЛАУ.
- 10) Поясните итерационные методы решения СЛАУ, метод простой итерации, метод Зейделя.
- 11) Поясните метод Якоби и его модификации.
- 12) Поясните метод простых итераций для решения систем нелинейных уравнений.
- 13) Поясните метод Ньютона и его модификации для решения нелинейных уравнений.
- 14) Назовите этапы аппроксимации функций.
- 15) Поясните интерполяционный многочлен Лагранжа.
- 16) Назовите этапы интерполирования функций.
- 17) Поясните принципы полиномиальной интерполяции.
- 18) Назовите основные интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов.
- 19) Назовите принципы подбора эмпирических формул.
- 20) Поясните метод наименьших квадратов.
- 21) Назовите принципы кусочно-полиномиальной интерполяции.
- 22) Поясните суть сплайн-интерполяции.

- 23) Назовите особенности применения парной регрессии.
- 24) Поясните принципы выбора вида математической функции.
- 25) Охарактеризуйте коэффициенты корреляции и детерминации.
- 26) Поясните этапы численного дифференцирования.
- 27) Поясните этапы численного интегрирования, квадратурные формулы, принципы выбора шага интегрирования.
- 28) Поясните квадратурные формулы Гаусса.
- 29) Охарактеризуйте метод Монте-Карло для численного интегрирования.
- 30) Поясните постановку задачи и классификацию методов численного решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 31) Поясните метод Эйлера и его модификации.
- 32) Охарактеризуйте семейство методов Рунге-Кутты.
- 33) Поясните линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, метод Адамса-Башфорта.
- 34) Поясните метод Адамса-Моултона для решения задач Коши.
- 35) Поясните предикт-корректорные схемы метода Адамса.
- 36) Охарактеризуйте численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 37) Назовите основные задачи оптимизации.
- 38) Охарактеризуйте оптимизацию методом градиентного спуска.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Ландовский, В. В. Численные методы : учебное пособие / В. В. Ландовский. — Новосибирск : НГТУ, 2023. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/404582> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254663> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Локтионов, И. К. Численные методы : учебник / И. К. Локтионов, Л. П. Мироненко, В. В. Турупалов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 380 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282047> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Рябов, А. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов : учебное пособие / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, О. Ю. Тарасова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 140 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/428597> (дата обращения: 27.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Учебно-методическое обеспечение

1. Интегрированные системы проектирования и управления : Программа и методические указания для студентов заочной формы обучения / Сост. : Т. В. Яковенко, О. Ю. Авилова. — Алчевск : ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2023. — 52 с. — URL: <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=93694> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

2. Шиков Н.Н. Проектирование автоматизированных систем (SCADA-система TRACE MODE) : лабораторный практикум / Н.Н. Шиков, Е.В. Мова ; Каф. Управления инновациями в промышленности . — Алчевск : ФГБОУ ВО ДонГТУ, 2024 . — 142 с. URL: <https://library.dstu.education/download.php?rec=133250> (дата обращения: 28.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

3. 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.

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

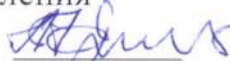
Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Лекционная аудитория. (50 посадочных мест)</i> Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий, для самостоятельной работы: <i>компьютерный класс (учебная аудитория) для проведения лабораторных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, <u>оборудованная учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС</u></i> Персональные компьютеры Sepron 3200, Int Celeron 420, принтер LBP2900, локальная сеть с выходом в Internet	ауд. <u>220</u> корп. <u>1</u> ауд. <u>207,206</u> корп. <u>1</u>

Лист согласования РПД

Разработал

проф. кафедры автоматизированного управления
и инновационных технологий

(должность)



(подпись)

А.Л. Кухарев

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)И.о. заведующего кафедрой
автоматизированного управления и
инновационных технологий

(подпись)

Е.В. Мова

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
автоматизированного управления и
инновационных технологий

от 9.07.2024г.

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических
процессов и производств

(подпись)

Е.В. Мова

(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А. Коваленко

(Ф.И.О.)

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	