

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра компьютерных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

Укрупненная группа направлений
подготовки

Программа высшего образования

Направление подготовки

Профиль подготовки

Квалификация

Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная
техника

Программа бакалавриата

09.03.01 Информатика и вычислительная
техника

Информатика и вычислительная техника

Бакалавр

Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Вычислительные методы**» для обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Профиль подготовки: Информатика и вычислительная техника), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 929 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчики:

Доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор
кафедры компьютерных технологий



В.К. Толстых

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



Г.В. Аверин

СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2

Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р технических наук, проф.
26.03.2024 г.



Г.В. Аверин

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Математика, Физика, Основы программирования, Теория вероятности.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Статистический анализ данных, Основы искусственного интеллекта,

Научно-исследовательская работа.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---|
| Название образовательной программы | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ДВ.2. Численные методы |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть: Дисциплины по выбору |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 5 / 180 |

2.2. Распределение часов по периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы | всего | |
| Очная | 3 | 5 | 34 | 34 | - | 112 | 180 | экзамен |
| Заочная | 3 | 5 | 6 | 6 | - | 168 | 180 | экзамен |
| Очная, всего | | | | | | | | |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Формирование у студентов знаний основ вычислительной математики и умений применять полученные алгоритмы и методы при численном решении, программировании конкретных прикладных задач.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ПК-2 Способен проектировать программное обеспечение.

4.2. Индикаторы компетенций

УК-2.1. Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.

УК-2.2. Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно- правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.

УК-2.3. Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией.

ПК-2.1. Знать: принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов.

ПК-2.2. Уметь: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.

ПК-2.3. Владеть: навыками разработки, изменения и согласования архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения; проектирования структур данных; проектирование баз данных; проектирования программных интерфейсов; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|--|--|
| Числа с плавающей точкой. | Погрешности вычислений на современных компьютерах (исчезновение, переполнение, округление). Примеры некорректных округлений. Неустойчивость вычислительных алгоритмов. Примеры неустойчивых алгоритмов |
| Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | Метод Крамера, метод обращения матрицы, метод Гаусса, метод прогонки, итерационные методы (метод Якоби) |
| Интерполирование, приближение | Интерполирование алгебраическим многочленом (многочлен в форме Лагранжа). Сходимость интерполяционного процесса. Интерполирование кубическими сплайнами. Сходимость интерполяционного процесса. Другие задачи интерполирования (тригонометрическая интерполяция, дробно-линейная). Регрессии, МНК. |
| Численное интегрирование | Квадратурные формулы. Общие понятия. Формула прямоугольников, вывод погрешности формулы прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона (парабол). Апостериорная оценка погрешности |

| | |
|--|---|
| | численного интегрирования методом Рунге. Неквадратурные формулы численного интегрирования - метод Монте-Карло. |
| Численное дифференцирование | Формулы конечных разностей. Оценка погрешностей аппроксимаций. Влияние вычислительных погрешностей, оптимальный шаг дифференцирования. |
| Численные методы решения дифференциальных уравнений. | Обыкновенные дифференциальные уравнения. Метод Эйлера для задачи Коши. Методы Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка. Понятие устойчивости разностных методов. Явные и неявные схемы и их устойчивость. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения высокого порядка. Дифференциальные уравнения в частных производных. Типы уравнений: параболические, эллиптические, гиперболические, их смысл. Конечно-разностные схемы для численного решения уравнений. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|--|------------------|-----------|----------|------------|------------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС | Всего |
| Числа с плавающей точкой. | 2 | 4 | | | |
| Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | 7 | 6 | | | |
| Интерполирование, приближение | 7 | 6 | | | |
| Численное интегрирование | 6 | 6 | | | |
| Численное дифференцирование | 6 | 6 | | | |
| Численные методы решения дифференциальных уравнений. | 6 | 6 | | | |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР / ЗА КУРС / ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП | 34 | 34 | – | 112 | 180 |

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 5

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|--|------------------|----------|----------|------------|------------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС | Всего |
| Числа с плавающей точкой. | 1 | 1 | | | |
| Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | 1 | 1 | | | |
| Интерполирование, приближение | 1 | 1 | | | |
| Численное интегрирование | 1 | 1 | | | |
| Численное дифференцирование | 1 | 1 | | | |
| Численные методы решения дифференциальных уравнений. | 1 | 1 | | | |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР / ЗА КУРС / ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП | 6 | 6 | – | 168 | 180 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Примеры контрольных вопросов:

1. Применить формулы, алгоритм метода Гаусса и решить систему 3-х линейных уравнений:

$$\begin{cases} 2x_2 + 7x_1 + 5x_3 = 25 \\ 3x_1 + 4x_2 + 6x_3 = 31 \\ x_3 + 8x_1 + 9x_2 = 46 \end{cases}$$

2. При помощи интерполяционного многочлена Лагранжа найти значение функции $f(x)$ в точке $x=0.5$ по значениям функции $f(x_0=0)=8$, $f(x_1=1)=2$, $f(x_2=2)=1$.

3. Найти значение определенного интеграла (методом трапеций/парабол) с шагом $h = 3$ и

проиллюстрировать решение:
$$I = \int_0^9 \frac{x^2 + 1}{2} dx$$

4. Найти численно значение центральной производной на удобной для Вас сетке и сравнить с

точным (аналитическим) значением: $\left. \frac{dv}{dx} \right|_{x=5}$, $v(x) = \frac{x+2}{x-2}$.

5. Решить задачу Каши методом Эйлера и нарисовать приблизительное решение:

$$\frac{dv}{dx} = vx, \quad v_0 = 2, \quad x \in [0, 3], \quad \text{шаг сетки } h = 1.$$

7.2. Темы докладов (рефератов)

Доклады не предусмотрены.

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.4. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Образовательно-квалификационный уровень бакалавр

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Учебная дисциплина Вычислительные методы Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Применить формулы, алгоритм метода Гаусса и решить систему уравнений:

$$\begin{cases} 5x_2 + 7x_3 + 3x_1 = 11 \\ -3x_2 + x_1 + 2x_3 = -10 \\ 5x_3 + 2x_1 + x_2 = 0 \end{cases}$$

Что такое главный элемент в методе Гаусса?... и др. вопросы из лабораторной работы.

2. При помощи интерполяционного многочлена Лагранжа найти значение $f(x)$ в точке $x=1.5$ по значениям функции $f(x_0=0)=5$, $f(x_1=1)=2$, $f(x_2=2)=8$.

Что такое интерполяция, экстраполяция?... и др. вопросы из лабораторной работы.

3. Найти значение определенного интеграла и проиллюстрировать решение методом трапеций с шагом $h = 3$:

$$I = \int_0^9 x^3 - \frac{x^2 + 1}{2} dx.$$

В чём суть метода Монте-Карло?... и др. вопросы из лабораторной работы.

4. Найти значение центральной производной: $\left. \frac{dv}{dx} \right|_{x=7}$, $v(x) = \frac{x^3 - x^2}{x - 1}$, шаг $h = 2$.

Какова погрешность разных формул численного дифференцирования?... и др. вопросы из лабораторной работы.

5. Решить задачу Каши методом Эйлера и нарисовать приблизительное решение:

$$\frac{dv}{dx} = vx, \quad v_0 = 2, \quad x \in [0, 3], \quad \text{шаг сетки } h = 1.$$

Что такое явные и неявные конечно-разностные схемы?... и др. вопросы из лабораторной работы.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|--|-----------------------|--------------------------------|
| Числа с плавающей точкой. | Лабораторная работа 1 | 10 |
| Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | Лабораторная работа 2 | 10 |

| | | |
|--|--------------------------------|-----|
| | Контрольные работы по практике | 10 |
| Интерполирование, приближение | Лабораторная работа 3 | 10 |
| Численное интегрирование | Лабораторная работа 4 | 10 |
| Численные методы решения дифференциальных уравнений. | Лабораторная работа 5 | 10 |
| | Контрольные работы по практике | 15 |
| ИТОГО | | 75 |
| Экзамен | Вопросов 5, до 5 баллов каждый | 25 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в физико-техническом корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение.

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П. Кобельков Г.М. Численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1988.- 631с.
2. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. М.: Мир, 1980.- 280с.

11.2. Дополнительная литература

3. В. К. Толстых. Инструкции и методические указания к выполнению лабораторных работ http://tolstykh.com/Courses/Computational_math
4. В. К. Толстых. Численные методы – демонстрационные лабораторные работы. – http://tolstykh.com/Courses/Computational_math.
5. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики / Учебн. пособие- М.: Наука, 1980.- 535с.
6. Самарский А.А. Введение в численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1982.- 271с.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1989.- 430с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Сайт В. К. Толстых.** Вычислительные методы – <http://tolstykh.com/>.
2. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

3. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
4. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»**: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. Электронно-библиотечная система **«Лань»**: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
7. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
8. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
9. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений) или Python, или Delphi любых версий (общего доступа для учебных целей).