

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Вычислительная математика»** для обучающихся по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 808 (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.

Разработчик:

доцент кафедры теории упругости и
вычислительной математики им. акад.
А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук



М.Н. Пачева

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и
вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского
Протокол от 26.03.2024 г № 10

Врио заведующего кафедрой



Р.Н. Нескородев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.
Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р техн. наук, доц.
26.03.2024 г.



Д.В. Шевцов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ 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 объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения, Основы программирования, Языки программирования.

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

Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.29 Вычислительная математика
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	2	3	34	34	–	76	144	диф.зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка в области численных методов; освоение методов приближенного решения различных математических задач; применение полученных знаний на практике.

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

4.1. Компетенции

ОПК-3. Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям;

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-3.4. Аргументировано формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение, определяет практические последствия предложенного решения задачи.

4.3. Результаты обучения

ОПК-3.4.1. Знает основные понятия и методы вычислительной математики.

ОПК-3.4.2. Умеет выбирать и использовать методы вычислительной математики в зависимости от поставленных задач.

ОПК-3.4.3. Умеет оценивать точность полученных численными методами результатов и обосновывать их.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Теория интерполирования.	
Интерполяционный многочлен Лагранжа.	Постановка задачи. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа. Остаточный член. Выбор узлов интерполирования.
Интерполяционный многочлен Ньютона	Разделенные разности. Конечные разности. Вывод интерполяционных формул Ньютона. Остаточные члены.
Раздел 2. Численное интегрирование	
Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	Постановка задачи. Формулы прямоугольников. Обобщенная формула трапеции. Формула Симпсона. Остаточные члены формул Ньютона-Котеса.
Формулы численного интегрирования Гаусса.	Построение формул. Абциссы формул Гаусса. Коэффициенты. Остаточный член.
Формулы численного интегрирования Чебышева.	Построение формул. Остаточный член.
Раздел 3. Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.	
Постановка задачи решения нелинейных уравнений.	Постановка задачи. Отделение корней.
Уточнение корней.	Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Комбинированный метод. Метод итераций.
Раздел 4. Методы линейной алгебры.	
Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	Определения и общие сведения. Классификация методов.
Метод Гаусса.	Теоретические основы. Схемы реализации метода Гаусса.
Метод итерации.	Метод итерации. Условия сходимости. Ускорение сходимости метода итерации.
Построение собственного многочлена и собственных векторов.	Основные определения. Минимальные многочлены и их свойства. Теорема Гамильтона-Кели. Метод Крылова. Метод Леверье.

Раздел 5. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.	
Одношаговые численные методы.	Классификация методов. Метод Эйлера.
Методы Рунге-Кутта.	Построение общих формул Рунге-Кутта. Функция погрешности. Частные случаи формул Рунге-Кутта.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теория интерполирования	8	8		14	30
Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оптимизация погрешности.	4	4		8	16
Интерполяционный многочлен Ньютона.	4	4		6	14
Раздел 2. Численное интегрирование	6	6		14	26
Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	4	4		4	12
Формулы численного интегрирования Гаусса.	1	1		6	8
Формулы численного интегрирования Чебышева.	1	1		4	6
Раздел 3. Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений	6	6		14	26
Постановка задачи решения нелинейных уравнений.	2	2		6	10
Уточнение корней.	4	4		8	16
Раздел 4. Методы линейной алгебры	8	8		22	38
Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	1			2	3
Метод Гаусса.	1	2		6	9
Метод итерации.	2	2		6	10
Построение собственного многочлена и собственных векторов.	4	4		8	16
Раздел 5. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши	6	6		12	24
Одношаговые численные методы.	2	2		6	10
Методы Рунге-Кутта.	4	4		6	14
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	34	–	76	144

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Постановка задачи теории интерполирования. Условия на базисные функции.

2. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Остаточный член.
3. Разделенные разности и их свойства.
4. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Остаточный член.
5. Оптимальный выбор узлов интерполяции.

Раздел 2

6. Основы построения квадратурных формул интерполяционного типа.
7. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Свойства коэффициентов.
8. Формулы трапеций (простая и обобщенная). Остаточный член.
9. Формулы Симпсона (простая и обобщенная). Остаточный член.
10. Квадратурные формулы Гаусса. Необходимое и достаточное условие.
11. Остаточный член формул Гаусса.
12. Коэффициенты формул Гаусса, когда весовая функция равна единице.

Раздел 3

13. Задача отделения действительных корней алгебраических уравнений.
14. Метод хорд. Алгоритм, условия сходимости.
15. Метод Ньютона. Алгоритм, условия сходимости.
16. Метод итерации. Алгоритм, условия сходимости.

Раздел 4

17. Метода Гаусса (метод исключения) для СЛАУ.
18. Метод итераций для систем линейных уравнений.
19. Метод Зейделя. Алгоритм, условия сходимости.
20. Постановка задачи о собственных числах. Метод Крылова.
21. Постановка задачи о собственных числах. Метод Леверье.

Раздел 5

22. Понятие «одношаговости» и «многошаговости» методов для численного решения задачи Коши.
23. Метод Эйлера решения задачи Коши.
34. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

- построение интерполяционного многочлена (Лагранжа, Ньютона);
- расчет значения интеграла с помощью квадратурных формул Ньютона-Котеса.
- отделение и уточнение действительных корней алгебраических уравнений одним из численных методов;
- решение СЛАУ методом итераций;
- нахождение собственных чисел методом Крылова и методом Леверье;
- решение задачи Коши методами Эйлера и Рунге-Кутты.

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

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 лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1, 2, 5	Организационно-учебная работа в аудитории	2
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	3
	Контрольная работа по теоретическому материалу	2
3	Организационно-учебная работа в аудитории	2
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	3
	Контрольная работа по теоретическому материалу	2
4	Организационно-учебная работа в аудитории	2
	Самостоятельная работа	20
	Контрольные работы по практике	3
	Контрольная работа по теоретическому материалу	2
ИТОГО		100
Зачет		
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

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 Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или 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, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.604), материально-техническая база учебной лаборатории «Сетевых компьютерных технологий» (ауд. 606) и учебной лаборатории «Интегрированных сред программирования» (ауд. 610) кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Дружинин В.В. Численные методы. Учебно-методическое пособие. (4-е переиздание) / В.В. Дружинин, Р.Ф. Дружинина. – Саров: Издательство СарФТИ, 2019. - URL: дружинин-В.В.-Дружинина-Р.Ф.-Численные-методы-2020.pdf (sarfti.ru) (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. Пачева, М. Н. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Н. Пачева, С. А. Прийменко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского. - Донецк : ДонГУ, 2020. - Электронные текстовые данные (1 файл).

3. Методические рекомендации к практикуму по методам вычислительной математики / сост.: О.П. Абрамова, Е.В. Алтухов, М.Д. Гремалюк и др. – Донецк: ДонГУ, 1990. – 80 с.

11.2. Дополнительная литература

4. Бахвалов Н.С. Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 5-е изд. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. - 636 с.

5. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: [Учеб. пособие для вузов] / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Высш. шк., 2000. - 190 с.

6. Березин И.С. Методы вычислений: [в 2 т.] : учеб. пособие для ун-тов. Т. 1 / И.С. Березин, Н. П. Жидков. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1966. - 632 с.

7. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие для вузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1966. - 664 с.

8. Костомаров Д.П. Вводные лекции по численным методам: Учеб. пособие для студентов вузов / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М.: Логос, 2004. - 184 с.

9. Самарский А.А. Численные методы : [Учеб. пособие по специальности "Прикладная математика"] / А.А. Самарский, А.В. Гулин. - М. : Наука, 1989.–429с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **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.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **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.

6. **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.

7. **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.

8. **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)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).