

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

Машу

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В РАДИОФИЗИКЕ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика
Профиль подготовки	Радиофизика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Численные методы в радиофизике**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (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 радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 И.А. Третьяков

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

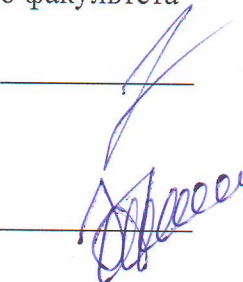
И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 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 тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Дисциплины программы бакалавриата: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Интегральные уравнения. Вариационное исчисление», «Дифференциальные уравнения», «Программирование и математическое моделирование».

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

«Дифференциальные уравнения», «Методы математической физики», «Производственная практика: научно-исследовательская работа», дисциплина магистратуры «Методы обработки экспериментальных данных».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.9.1 Численные методы в радиофизике
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	4	15	30	-	27	72	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование систематических знаний в области численных методов решения задач математического анализа, алгебры и математической физики посредством современных программно-аппаратных средств и вычислительных систем.

Овладение основными методами и современными достижениями в математическом моделировании процессов и явлений в радиофизике, развитие умений применения методов вычислительной математики и программирования для решения радиофизических задач, аналитические решения которых довольно сложные либо отсутствуют.

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

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ	ПК-1.1. Обладает достаточными знаниями в области	ПК-1.1.1. Знает основные численные методы решения уравнений.

цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки.	математических наук, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	ПК-1.1.2. Умеет численно решать системы уравнений современными методами. ПК-1.1.3. Владеет современными программными средствами системного и прикладного назначения для решения задач математического моделирования в радиофизике.
---	--	---

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Системы уравнений	
Тема 1. Математические модели и численные методы. Приближенные числа и действия над ними	1.1. Математические модели и численные методы в радиофизике 1.2. Погрешности вычислений. Источники погрешностей 1.3. Классификация погрешностей. Общая формула погрешности функции 1.4. Приближенные числа и действия над ними 1.5. Метод итераций приближенного вычисления значений элементарных функций
Тема 2. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	2.1. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений 2.2. Аналитическое и графическое обособление корней 2.3. Уточнение корня методами дихотомии, хорд, Ньютона 2.4. Метод итераций и условие его сходимости 2.5. Приведение уравнения к виду, обеспечивающему его сходимость
Тема 3. Численное решение систем алгебраических и нелинейных уравнений	3.1. Численное решение систем алгебраических уравнений 3.2. Метод Гаусса 3.3. Итерационные методы: простой итерации, Зейделя, релаксаций 3.4. Метод простой итерации. Метод Ньютона
Раздел 2. Интерполяция и экстраполяция функций. Методы численного решения дифференциальных уравнений	
Тема 4. Постановка задачи интерполяции	4.1. Конечные разности 4.2. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона 4.3. Интерполяционный полином Бесселя 4.4. Интерполяционный полином Лагранжа 4.5. Нахождение корня уравнения методом обратной интерполяции
Тема 5. Метод наименьших квадратов. Интерполяция сплайнами	5.1. Суть метода наименьших квадратов 5.2. Нахождение параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов 5.3. Интерполяция сплайнами. Кубический сплайн 5.4. Сходимость интерполяционного процесса
Тема 6. Дифференцирование и интегрирование функций. Обыкновенные	6.1. Проблема дифференцирования. Численные формулы дифференцирования. Задача численного интегрирования 6.2. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона, Чебышева и Гауса 6.3. Задача Коши для уравнения первого порядка

дифференциальные уравнения	6.4. Методы: последовательного приближения, Эйлера, Рунге-Кутты, конечных разностей 6.5. Краевые задачи. Сведение краевых задач к задаче Коши
Тема 7. Уравнения математической физики	7.1. Начальные, граничные и начально-граничные задачи 7.2. Уравнение Лапласа в конечных разностях 7.3. Решение задачи Дирихле методом сеток 7.4. Метод Монте-Карло 7.5. Метод сеток и метод прогонки для уравнения теплопроводности. Метод сеток и метод прямых для уравнения колебаний струны.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Системы уравнений	6	12	-	12	30
Тема 1. Математические модели и численные методы. Приближенные числа и действия над ними	2	4	-	4	10
Тема 2. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	2	4	-	4	10
Тема 3. Численное решение систем алгебраических и нелинейных уравнений	2	4	-	4	10
Раздел 2. Интерполяция и экстраполяция функций. Методы численного решения дифференциальных уравнений	9	18	-	15	42
Тема 4. Постановка задачи интерполяции	2	4	-	4	10
Тема 5. Метод наименьших квадратов. Интерполяция сплайнами	2	4	-	4	10
Тема 6. Дифференцирование и интегрирование функций. Обыкновенные дифференциальные уравнения	2	5	-	4	11
Тема 7. Уравнения математической физики	3	5	-	3	11
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	15	30	-	27	72

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Математические модели и численные методы в радиофизике
2. Погрешности вычислений. Источники погрешностей
3. Классификация погрешностей. Общая формула погрешности функции
4. Приближенные числа и действия над ними
5. Метод итераций приближенного вычисления значений элементарных функций.
6. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений
7. Аналитическое и графическое обособление корней
8. Уточнение корня методами дихотомии, хорд, Ньютона

9. Метод итераций и условие его сходимости
 10. Приведение уравнения к виду, обеспечивающему его сходимость
 11. Численное решение систем алгебраических уравнений
 12. Метод Гаусса
 13. Итерационные методы: простой итерации, Зейделя, релаксаций
 14. Метод простой итерации. Метод Ньютона
 15. Конечные разности
 16. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона
 17. Интерполяционный полином Бесселя
 18. Интерполяционный полином Лагранжа
 19. Нахождение корня уравнения методом обратной интерполяции
 20. Суть метода наименьших квадратов
 21. Нахождение параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов
 22. Интерполяция сплайнами. Кубический сплайн
 23. Сходимость интерполяционного процесса
 24. Проблема дифференцирования. Численные формулы дифференцирования.
- Задача численного интегрирования
25. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона, Чебышева и Гауса
 26. Задача Коши для уравнения первого порядка
 27. Методы: последовательного приближения, Эйлера, Рунге-Кутты, конечных разностей
 28. Краевые задачи. Сведение краевых задач к задаче Коши
 29. Начальные, граничные и начально-граничные задачи
 30. Уравнение Лапласа в конечных разностях
 31. Решение задачи Дирихле методом сеток
 32. Метод Монте-Карло
 33. Метод сеток и метод прогонки для уравнения теплопроводности. Метод сеток и метод прямых для уравнения колебаний струны.

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.).

8.1. Семестр 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории и самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	15
	Модульная контрольная работа	10
2	Организационно-учебная работа в аудитории и самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	15
ИТОГО		50
Зачет		50
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 корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и 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.405).

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. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 400 с.
2. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 672 с.
3. Вычислительные методы в современной радиофизике / В. Ф. Кравченко, О. С. Лабунько, А. М. Лерер, Г. П. Синявский. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 464 с.

11.2. Дополнительная литература

4. Шуп, Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике / Т. Е. Шуп. – М: Высшая школа, 1990. – 255 с.
5. Карманов, В. Г. Математическое программирование / В. Г. Карманов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 264 с.
6. Жаблон, К. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике / К. Жаблон, Ж. К. Симон. – М.: Наука, 1983. – 235 с.

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).