

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра математической физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
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 «Методы математической физики» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль подготовки: 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:

старший преподаватель кафедры
математической физики



В. В. Коркишко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры математической физики.
Протокол от 26.03.2024 г. № 9

Врио зав. кафедрой



В. И. Колесник

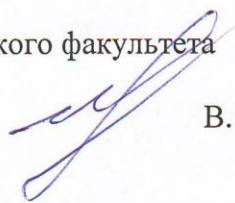
СОГЛАСОВАНО:

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:

базовая подготовка по математике в объёме программы средней школы, также дисциплины «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения».

1.2 Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Электродинамика», «Физика сплошных сред», «Квантовая механика», «Численные методы в радиофизике».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М1.6 Методы математической физики
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	7 / 252

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	3	5	34	–	51	167	252	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: изложение математического аппарата, необходимого для корректной постановки начально-краевых и краевых задач математической физики, а также для исследования этих задач аналитическими методами; оказание студентам помощи в систематизации, обобщении и углублении знаний по курсу “Методы математической физики”; обучение студентов активному применению теоретических основ математики в качестве рабочего аппарата, позволяющего решать как типичные задачи, так и задачи повышенного уровня сложности.

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

4.1 Компетенции

ОПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки. (А/01.5)

4.2 Индикаторы компетенций

ОПК-1.2. Обладает базовыми знаниями в области математических наук.

ОПК-1.3. Способен применять математические и/или физические методы решения задач профессиональной деятельности.

4.3 Результаты обучения

ОПК-1.2.1. Знает определения и утверждения, методы решения задач, приёмы доказательства утверждений, методы интегральных преобразований, применяемые для решения профессиональных задач.

ОПК-1.2.2. Умеет выбирать и использовать необходимые математические методы и вычислительные средства, решать задачи дисциплины

ОПК-1.3.1. Аргументированно выбирает метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символьного) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки. (А/01.5)	ОПК-1.2. Обладает базовыми знаниями в области математических наук.	ОПК-1.2.1. Знает определения и утверждения, методы решения задач, приёмы доказательства утверждений, методы интегральных преобразований, применяемые для решения профессиональных задач. ОПК-1.2.2. Умеет выбирать и использовать необходимые математические методы и вычислительные средства, решать задачи дисциплины
	ОПК-1.3. Способен применять математические и/или физические методы решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.3.1. Аргументированно выбирает метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символьного) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные краевые задачи	
Классификация ДУЧП 2-го порядка.	1. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП) 2-го порядка. 2. Метод характеристик 3. Постановка краевых задач. 4. Моделирование физических процессов.
Постановка краевых задач*.	1. Физические задачи, которые отражаются гиперболическим, параболическими и эллиптическими уравнениями. 2. Метод Фурье. 3. Колебания струны, прямоугольной и круглой пластины. 4. Распределение температуры в бруске, колике. Задача о распространении тепла и диффузии газов. 5. Задача Коши. 6. Уравнения эллиптического типа.

Раздел 2. Линейные пространства	
Формула Остроградского и Грина	1. Формула Остроградского и Грина. 2. Функция Грина для уравнения Лапласа. 3. Решение задачи Дирихле для шара методом функции Грина. 4. Построение функции Грина в плоском случае при помощи конформного отображения. 5. Решение задачи Дирихле в плоском случае
Понятие о методе сеток	1. Применение метода сеток для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. 2. Явная и неявная схемы метода сеток. 3. Метод прогонки. 4. Решение уравнения Пуассона. 5. Основные свойства потенциалов простого и двойного слоя. 6. Сведение задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям Фредгольма.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основные краевые задачи	18	-	26	80	124
Классификация ДУЧП 2-го порядка.	8	-	12	40	60
Постановка краевых задач.	10	-	14	40	64
Раздел 2. Линейные пространства	16	-	25	87	128
Формула Остроградского и Грина	8	-	12	45	65
Понятие о методе сеток	8	-	13	42	63
ИТОГО ЗА КУРС	34	—	51	167	252

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

7.1 Контрольные вопросы

Раздел 1. Основные краевые задачи

1. Математическая классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка: гиперболический, параболический и эллиптический тип уравнений. Однородное, неоднородное, линейное.
2. Понятие характеристик, приведения уравнений в частных производных к каноническому виду. (Вывод)
3. Типы граничных условий и их физический смысл для волнового уравнения.
4. Понятия о краевых задачах и корректности их постановок по Адамару.
5. Уравнения гиперболического типа. Задача Коши. Вывод формулы Даламбера. Физическая интерпретация решения. (Вывод)
6. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных значений и собственных функций. Решение основных задач Штурма-Лиувилля, нахождение собственных функций и значений. (Вывод)
7. Метод Фурье для задачи о свободных колебаниях струны, закрепленной на концах. (Вывод)

8. Корректность по Адамару задачи Коши-Дирихле (с однородными краевыми условиями) для волнового уравнения. (Доказательство)
9. Различные типы начально –краевых условий для волнового уравнения.
10. Уравнения параболического типа. Начальные и граничные условия.
11. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности (формула Пуассона). (Вывод*)
12. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.
13. Принцип максимального значения (параболические уравнения) и следствия из него.
14. Решение однородного уравнения теплопроводности с однородными краевыми условиями Дирихле.
15. Корректность по Адамару задачи Коши-Дирихле (с однородными краевыми условиями) для уравнения теплопроводности. (Доказательство)
16. Вывод уравнения теплопроводности.
17. Вывод уравнения диффузии газов.
18. Уравнение Лапласа. Стационарное распределение температуры в изотропном теле. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Уравнение Лапласа в полярных координатах. (Вывод)
19. Фундаментальное решение оператора Лапласа. (Вывод)
20. Понятие гармонической функции. Теорема о среднем значении. Принцип максимального (минимального) значения (гармонические функции). Следствия из принципа максимального значения (гармонические функции). Свойства гармонических функций.
21. Задачи для круга: внутренняя и внешняя, задача для кольца.

Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона.

1. Формулы Грина (Первая, вторая и третья).
2. Функция Грина для двумерного уравнения Лапласа.
3. Преобразование Лапласа. Основные свойства. (Таблица оригиналов и изображений*)
4. Преобразование Фурье. Основные свойства. Функция Дирака. *
5. Уравнения Бесселя, функции Бесселя и их применение при решении методом разделения переменных краевых задач в случае цилиндрической системы координат.
6. Линейные пространства. Функциональные пространства.
7. Норма и скалярное произведение.
8. Ортогональны, ортонормированном и полные системы функций.
9. Понятие оператора и функционала.
10. Вариационная и дифференциальная постановка задач математической физики.
11. Теорема о функционале энергии. Метод Ритца.
12. Функционал невязки. Метод наименьших квадратов.
13. Разностная сетка и сетевые функции.

7.2 Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике темам:

- Основные краевые задачи (уравнения гиперболического типа; уравнения параболического типа; уравнения теплопроводности и диффузии);
- Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона (формулы Грина; преобразование Лапласа; уравнения Бесселя).

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

7.3 Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Экзаменационный билет №3

1. Приведение ДУ 2-го порядка к каноническому виду.
2. Уравнение и краевая задача теплопроводности.
3. Исследовать на экстремум функционал $F(y) = \int_{-1}^0 (12xy - y'^2) dx$, если $y(-1) = 1$, $y(0) = 0$.

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.).

8.1 Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	40
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
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 4-м учебном корпусе по адресу пр. Театральный, 13, г. Донецк. 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.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. Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры: [учеб. пособие для вузов по спец. "Физика" и "Прикл. математика"] / Д.В. Беклемишев. - Москва: Наука, 1983. - 335 с..
2. Ильин В.А. Линейная алгебра: [Учеб. для ун-тов по специальностям "Прикл. математика" и "Физика"] / В. А. Ильин, Э.Г. Позняк. - 2-е изд. - М.: Наука, 1978. - 302 с.

11.2 Дополнительная литература

1. Колесник В.И. Векторная алгебра. [Учебно-методическое пособие]. / В.И. Колесник. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2019. – 93 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).