

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П.А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки / Специальность	44.03.05 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы / Специализация	Физика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Методы математической физики»** для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: Физика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (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 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры математической физики,  
канд. физ.-мат. наук

А.Д. Манов

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры математической физики.  
Протокол от 10.04.2025 г. №11.

Заведующий кафедрой

В.И. Колесник

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
16.04.2025 г.

С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.  
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.

Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной  
программы, канд. физ.-мат. наук  
10.04.2025 г.

А.В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ

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;

введение к дисциплинам фундаментальной подготовки – математика;

математический анализ;

аналитическая геометрия и линейная алгебра;

дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление.

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

«Теоретическая физика (Электродинамика сплошных сред)», «Теоретическая физика (Квантовая механика)», «Теоретическая физика (Электродинамика)», «Численные методы».

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	44.03.05 Педагогическое образование
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.10 Методы математической физики
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной и контактной работы	всего	
Очная	2	4	42	28	-	38	108	экзамен
Заочная	3	5	6	8	-	94	108	экзамен

## 3. ЦЕЛИ 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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.4. Способен изучить методы математического анализа и обработки данных	ПК-1.4.1. Знает основные методы и подходы к решению задач математической физики ПК-1.4.2. Умеет построить математическую модель по описанию физического процесса. ПК-1.4.3. Владеет математическим аппаратом и опытом решения современных прикладных задач.
	ПК-1.5. Способен приобрести дополнительные математические знания, способствующие успешному освоению различных курсов профессионального цикла и смежных дисциплин	ПК-1.5.1. Знает методы оценки погрешности результатов моделирования и границ применимости конкретных моделей, а также подходы к проверке адекватности результатов моделирования. ПК-1.5.2. Обладает профильными знаниями в области формализации математических моделей процессов и явлений, проверки корректностей моделей и аналитических методов решения прикладных задач. ПК-1.5.3. Владеет методологией математического моделирования, знает и умеет реализовывать все этапы вычислительного эксперимента для решения задач профессиональной деятельности.

#### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные краевые задачи	
1. Классификация ДУЧП 2-го порядка	1.1. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП) 2-го порядка. 1.2. Метод характеристик 1.3. Постановка краевых задач. 1.4. Моделирование физических процессов.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
2. Постановка краевых задач	2.1. Физические задачи, которые отражаются гиперболическим, параболическими и эллиптическими уравнениями. 2.2. Метод Фурье. 2.3. Колебания струны, прямоугольной и круглой пластины. 2.4. Распределение температуры в бруске, колике. Задача о распространении тепла и диффузии газов. 2.5. Задача Коши. 2.6. Уравнения эллиптического типа.
Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона	
3. Формула Остроградского и Грина	3.1. Формула Остроградского и Грина. 3.2. Функция Грина для уравнения Лапласа. 3.3. Решение задачи Дирихле для шара методом функции Грина. 3.4. Построение функции Грина в плоском случае при помощи конформного отображения. 3.5. Решение задачи Дирихле в плоском случае
4. Понятие о методе сеток	4.1. Применение метода сеток для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. 4.2. Явная и неявная схемы метода сеток. 4.3. Метод прогонки. 4.4. Решение уравнения Пуассона. 4.5. Основные свойства потенциалов простого и двойного слоя. 4.6. Сведение задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям Фредгольма.

## 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. Основные краевые задачи	20	14	-	18	52
1. Классификация ДУЧП 2-го порядка	10	7	-	8	25
2. Постановка краевых задач	10	7	-	10	27
Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона	22	14	-	20	56
3. Формула Остроградского и Грина	12	7	-	10	29
4. Понятие о методе сеток	10	7	-	10	27
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	42	28	-	38	108
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	42	28	-	38	108

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

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основные краевые задачи	3	4	-	46	53
1. Классификация ДУЧП 2-го порядка	1	2	-	22	25
2. Постановка краевых задач	2	2	-	24	28
Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона	3	4	-	48	55
3. Формула Остроградского и Грина	2	2	-	24	28
4. Понятие о методе сеток	1	2	-	24	27
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	6	8	-	94	108
ИТОГО ЗА КУРС	6	8	-	94	108

## 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

22. Формулы Грина (Первая, вторая и третья).
23. Функция Грина для двумерного уравнения Лапласа.
24. Преобразование Лапласа. Основные свойства. (Таблица оригиналов и изображений)
25. Преобразование Фурье. Основные свойства. Функция Дирака.
26. Уравнения Бесселя, функции Бесселя и их применение при решении методом разделения переменных краевых задач в случае цилиндрической системы координат.
27. Линейные пространства. Функциональные пространства.
28. Норма и скалярное произведение.
29. Ортогональны, ортонормированном и полные системы функций.
30. Понятие оператора и функционала.
31. Вариационная и дифференциальная постановка задач математической физики.
32. Теорема о функционале энергии. Метод Ритца.
33. Функционал невязки. Метод наименьших квадратов.
34. Разностная сетка и сетевые функции.

## 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике темам:

– основные краевые задачи (решение уравнений гиперболического типа, решение основных задач Штурма-Лиувилля, нахождение собственных функций и значений, Решение однородного уравнения теплопроводности с однородными краевыми условиями Дирихле, решение краевых задач для уравнения Лапласа и т.д.);

– уравнение Лапласа, уравнение Пуассона (применение функций Бесселя при решении методом разделения переменных краевых задач в случае цилиндрической системы координат, применение формулы Грина, вариационная и дифференциальная постановка задач математической физики и т.д.);

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)

### ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра математической физики

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование
Профиль подготовки	Физика и информатика
Форма обучения	Очная
Семестр	Четвертый
Дисциплина	Методы математической физики

### Экзаменационный билет № 1

1. Решение однородного уравнения теплопроводности с однородными краевыми условиями первого типа.
2. Принцип максимума для гармонических функций.
3. Методом Фурье решить задачу для однородного уравнения колебаний

$$u_{tt} = a^2 u_{xx}, \quad x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right), \quad t > 0 \quad (1)$$

с однородными краевыми условиями

$$u(0, t) = u_x\left(\frac{\pi}{2}, t\right) = 0 \quad (2)$$

и неоднородными начальными условиями

$$u(x, 0) = 0; \quad u_t(x, 0) = 2 \sin 3x \quad (3).$$

Зав. кафедрой

В.И. Колесник

Экзаменатор

А.Д. Манов

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.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.



## Для очной формы обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	30
	Контрольные работы по лабораторным	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	30
	Контрольные работы по лабораторным	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
ИТОГО		100
Промежуточная аттестация (экзамен)		100
Общий итог за семестр		100

## Для заочной формы обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	30
	Контрольные работы по лабораторным	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	30
	Контрольные работы по лабораторным	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
ИТОГО		100
Промежуточная аттестация (экзамен)		100
Общий итог за курс		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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). 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 108 (4-й корпус университета)

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Методы математической физики», 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.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 10.1. Основная литература

1. Арсенин, В. Я. Методы математической физики и специальные функции : [Учеб. пособие для студентов вузов] / В. Я. Арсенин. - М. : Наука, 1974. - 431 с.
2. Бицадзе, А. В. Сборник задач по уравнениям математической физики : учеб. пособие для студ. мех.-мат. и физ. спец. вузов / А. В. Бицадзе, Д. Ф. Калинин. - Москва : Наука, 1977. - 223 с.
3. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : Учеб. для студентов физ.-техн. специальностей вузов / В. С. Владимиров. - 5-е изд. - М. : Наука, 1988. - 512 с.
4. Смирнов, М. М. Задачи по уравнениям математической физики : [Учеб. пособие для мех.-мат., физ.-мат. фак., инж.-техн. специальностей вузов] / М. М. Смирнов. - 6-е изд. - М. : Наука, 1975. - 128 с.

### 10.2. Дополнительная литература

1. Араманович, И. Г. Уравнения математической физики : учеб. пособие для вузов / И. Г. Араманович, В. И. Левин. - Изд. 2-е. - Москва : Наука, 1969. - 286 с.
2. Петровский, И. Г. Лекции об уравнениях с частными производными : учебник для гос. ун-тов / И. Г. Петровский. - Изд. 2-е. - Москва : Гостехиздат, 1953. - 360 с.
3. Шалдырван, В. А. Классические задачи математической физики : Учеб. пособие для студентов ун-тов и высш. техн. учеб. заведений. Ч. 1 / В. А. Шалдырван, В. С. Герасимчук. - Донецк : ДонГУ, 1999. - 152 с.
4. Шалдырван, В. А. Классические задачи математической физики : Учеб. пособие для студентов ун-тов и высш. техн. учеб. заведений. Ч. 2 / В. А. Шалдырван, В. С. Герасимчук. - Донецк : ДонГУ, 2001. - 158 с.

## 11. 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.

## 12. 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).