

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 МАТФИЗИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки / Специальность	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы / Специализация	Наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

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

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Методы матфизики»** для обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 968 (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, д-р физ.-мат. наук, проф.
10.04.2025 г.

А.Г. Петренко

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 алгебре, геометрии и физике в объеме программы средней школы; дифференциальные уравнения,

дисциплины программы бакалавриата: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра.

1.2. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

тензорный анализ, теоретическая механика, физика твердого тела, квантовая механика, явления переноса в кристаллах и тонких пленках», методы математического моделирования.

Учебная дисциплина «Методы матфизики» относится к базовой части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами* – «Введение к дисциплинам фундаментальной подготовки – математика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», *сопутствующими* – «Тензорный анализ». Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Методы матфизики» являются основой для изучения *последующих* дисциплин: «Теоретическая механика», «Физика твердого тела», «Квантовая механика», «Явления переноса в кристаллах и тонких пленках», «Методы математического моделирования».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	28.03.03 Наноматериалы (Профиль Наноматериалы)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.15 Методы матфизики
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

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	16	-	32	60	108	экзамен

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

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 дисциплине «Методы матфизики»; овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в науке и приложениях; формирование у студентов научного подхода.

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

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.	ОПК-1.13. Применяет базовые знания, полученные в области математических и естественных наук	ОПК-1.13.1. Знает основные понятия, факты, концепции, принципы теорий математических и (или) естественных; базовый математический аппарат, связанный с прикладной математикой и информатикой ОПК-1.13.2. Умеет применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности к решению конкретных задач. ОПК-1.13.3. Владеет навыками решения задач в профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук
	ОПК-1.14. Применяет классические и современные математические методы для решения фундаментальных и прикладных задач, связанных с интегральными преобразованиями	ОПК-1.14.1 Знает определения и утверждения, методы решения задач, приёмы доказательства утверждений, применяемые для решения профессиональных задач. ОПК-1.14.2. Умеет выбирать и использовать необходимые математические методы и вычислительные средства, решать задачи дисциплины. ОПК-1.14.3 Аргументированно выбирает метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символического) 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	Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП) 2-го порядка. Метод характеристик. Постановка краевых задач. Моделирование физических процессов.
Постановка краевых задач	Физические задачи, которые отражаются гиперболическим, параболическими и эллиптическими уравнениями. Метод Фурье. Колебания струны, прямоугольной и круглой пластины. Распределение температуры в бруске, колее. Задача о распространении тепла и диффузии газов. Задача Коши. Уравнения эллиптического типа.
Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона	
Формула Остроградского и Грина	Формула Остроградского и Грина. Функция Грина для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для шара методом функции Грина. Построение функции Грина в плоском случае при помощи конформного отображения. Решение задачи Дирихле в плоском случае
Понятие о методе сеток	Применение метода сеток для решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Явная и неявная схемы метода сеток. Метод прогонки. Решение уравнения Пуассона. Основные свойства потенциалов простого и двойного слоя. 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	7	-	14	30	51
Классификация ДУЧП 2-го порядка	3	-	7	15	25
Постановка краевых задач	4	-	7	15	26
Раздел 2. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона	9	-	18	30	57
Формула Остроградского и Грина	5	-	10	15	30
Понятие о методе сеток	4	-	8	15	27
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	16	-	32	60	108

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

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

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;
- преобразования Фурье.

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)

Донецкий государственный университет
Физико-технический факультет
Кафедра математической физики

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы
Профиль подготовки	Наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Семестр	4
Дисциплина	Методы математической физики

Экзаменационный билет № 1

1. Типы граничных условий и их физический смысл для волнового уравнения.
2. Линейные пространства. Функциональные пространства.
3. Пользуясь формулой Даламбера, решить задачу

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad u|_{t=0} = \cos 2x, \quad \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = 1$$

Утверждено _____ на заседании кафедры математической физики,
протокол № ____ от _____. 202__ г.

Заведующий кафедрой

Т.Е. Пясецкая

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.).

8.1. Семестр 4, очная форма обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
2	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 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 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.

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

5. Араманович, И. Г. Уравнения математической физики : учеб. пособие для вузов / И. Г. Араманович, В. И. Левин. - Изд. 2-е. - Москва : Наука, 1969. - 286 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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).