

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» для обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 9 (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:

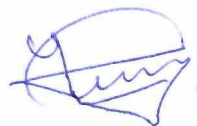
зав. кафедрой прикладной механики  
и компьютерных технологий,  
д-р физ.-мат. наук, профессор



А.С. Гольцев

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 14

Заведующий кафедрой



А.С. Гольцев

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 физ.-мат. наук, доцент  
26.03.2024 г.



Р.Н. Нескородев

## 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, Дифференциальные уравнения.

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

Математические модели механики твердого тела, Математические модели и методы теории упругости, Математические модели деформирования сред с усложненными свойствами, Модели вязкого и хрупкого разрушения.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1.Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.13 Уравнения математической физики
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 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	3	5	17	34	–	57	108	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью данной дисциплины является изучение математических моделей физических процессов, классических постановок и методов решения задач математической физики.

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

### 4.1.Компетенции

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

### 4.2.Индикаторы компетенций

ОПК-1.6 Применяет классические и современные математические методы для решения фундаментальных и прикладных задач, связанных с математической физикой.

### 4.3.Результаты обучения

ОПК-1.6.1. Знает уравнения математической физики, описывающие основные физические процессы, и умеет их классифицировать.

ОПК-1.6.2. Умеет приводить уравнения математической физики к каноническому виду и классифицировать задачи математической физики.

ОПК-1.6.3. Владеет методом Фурье, алгоритмом решения задачи Штурма-Лиувилля, и разбирается в свойствах собственных значений и собственных функций этой задачи.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	Основные уравнения и задачи математической физики
Дифференциальные операторы.	1. Основные дифференциальные операторы математической физики. 2. Основные криволинейные системы координат.
Уравнения.	Основные уравнения математической физики и их классификация.
Канонический вид.	Приведение уравнений математической физики к каноническому виду.
Классификация.	Классификация задач математической физики и их корректная постановка.
Раздел 2.	Метод Фурье
Метод Фурье.	Алгоритм метода Фурье.
Задача Штурма-Лиувилля.	Алгоритм решения задачи Штурма-Лиувилля.
Собственные значения и функции	Методика нахождения собственных значений и собственных функций.
Случай двух независимых переменных.	Метод Фурье для случая двух независимых переменных.

## 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 уравнения и задачи математической физики	<b>8</b>	<b>17</b>		<b>28</b>	<b>53</b>
Дифференциальные операторы.	2	4		7	13
Уравнения.	2	4		7	13
Канонический вид.	2	4		7	13
Классификация.	2	5		7	14
Раздел 2. Метод Фурье	<b>9</b>	<b>17</b>		<b>29</b>	<b>55</b>
Метод Фурье.	2	4		7	13
Задача Штурма-Лиувилля.	2	4		7	13
Собственные значения и функции	2	4		7	13
Случай двух независимых переменных.	3	5		8	16
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>57</b>	<b>108</b>

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

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

- 1 К какому типу уравнений относится уравнение Пуассона?
- 2 Уравнение  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$  есть каноническая форма уравнений какого типа?
- 3 К какому типу уравнений относится уравнение диффузии?
- 4 Уравнение  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$  есть каноническая форма уравнений какого типа?
- 5 Какие физические процессы описывают уравнения эллиптического типа?
- 6 К какому типу уравнений относится уравнение Лапласа?
- 7 Какие физические процессы описывают уравнения гиперболического типа?
- 8 К какому типу уравнений относится уравнение теплопроводности?
- 9 Уравнение  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$  есть каноническая форма уравнений какого типа?
- 10 Какие физические процессы описывают уравнения параболического типа?
- 11 Уравнение  $\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} = \Phi(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$  есть каноническая форма уравнений какого типа?
- 12 К какому типу уравнений относится уравнение Гельмгольца?
- 13 К какому типу уравнений относится волновое уравнение?
- 14 Как формулируется задача Коши.
- 15 Как формулируется краевая задача.
- 16 Как формулируется смешанная задача.

#### Раздел 2

- 1 Условие линейности дифференциальных уравнений в частных производных.
- 2 Условие разделения переменных в уравнениях математической физики.
- 3 Общий вид уравнения Штурма-Лиувилля.
- 4 Условия регулярности задачи Штурма-Лиувилля.
- 5 Формулировка граничных условий третьего рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 6 Формулировка граничных условий второго рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 7 Формулировка граничных условий первого рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 8 Формулировка граничных условий четвертого рода задачи Штурма-Лиувилля.
- 9 Определение собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
- 10 Определение собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.
- 11 Свойства собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
- 12 Свойства собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.

### 7.2. Темы индивидуальных заданий

- основные дифференциальные операторы математической физики;
- классификация уравнений математической физики;
- приведение уравнений математической физики к каноническому виду;
- задача Штурма-Лиувилля;
- смешанные задачи для уравнений параболического типа;

– смешанные задачи для уравнений гиперболического типа.

## 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	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
	Индивидуальное задание	30
ИТОГО		60
Зачет		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 Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6), в Учебно-практическом вычислительном центре ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6, корпус 12).

Для проведения лекций требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбуком, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской или сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, персональные компьютеры, 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 аудиториях Главного корпуса (ауд. 511, 605, 610).

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. Голоскоков Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple. – СПб.: Питер, 2004. – 539 с.
2. Бондаренко, Н. С. Математическое моделирование физических процессов: учебно-методическое пособие / Н. С. Бондаренко, А. С. Гольцев ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра прикладной механики и компьютерных технологий. - Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2019. - 101 с. – Электронные данные (1 файл).

### 11.2. Дополнительная литература

3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 798 с.
4. Владимиров В.С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 436 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).