

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра прикладной механики и компьютерных технологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П.А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Укрупненная группа направлений
подготовки
Программа высшего образования
Направление подготовки
Профиль подготовки
Квалификация
Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная
техника
Программа бакалавриата
09.03.04 Программная инженерия
Программная инженерия
Бакалавр
Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Математическое моделирование физических процессов»** для обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (Профиль: Программная инженерия), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920 (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:

старший преподаватель
кафедры прикладной механики
и компьютерных технологий

Н.К. Дидок

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной механики и компьютерных технологий
Протокол от 03.04.2025 г. № 11А

Заведующий кафедрой

А.С. Гольцев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной
образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, проф.
16.04.2025 г.

А.С. Гольцев

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 и физике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата:

Математический анализ, Алгебра и геометрия, Методы математического моделирования.

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

Естественнонаучная картина мира, Системы искусственного интеллекта, Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	09.03.04 Программная инженерия (Профиль: Программная инженерия)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.14 Математическое моделирование физических процессов
Часть образовательной программы	Вариативная часть (формируемая участниками образовательных отношений)
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	всего	
Очная	3	5	34	17		57	108	зачёт

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение математических моделей физических процессов; изучение классических постановок и методов решения задач математической физики; овладение навыками решения задач для уравнений с разделяющимися переменными.

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

4.1. Компетенции

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-1.1. Демонстрирует способность применять методы математической физики

Результаты обучения

ОПК-1.1.1. Умеет находить общий интеграл простейших уравнений математической физики

ОПК-1.1.2. Умеет использовать метод приведения к однородной задаче

ОПК-1.1.3. Знает алгоритм метода Фурье

ОПК-1.1.4. Знает основные типы граничных условий

ОПК-1.1.5. Умеет находить собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Демонстрирует способность применять методы математической физики	ОПК-1.1.1. Умеет находить общий интеграл простейших уравнений математической физики ОПК-1.1.2. Умеет использовать метод приведения к однородной задаче ОПК-1.1.3. Знает алгоритм метода Фурье ОПК-1.1.4. Знает основные типы граничных условий ОПК-1.1.5. Умеет находить собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	Основные уравнения математической физики
Тема 1	Основные дифференциальные операторы математической физики.
Тема 2	Задачи, приводящие к основным уравнениям математической физики.
Тема 3	Основные уравнения математической физики и их классификация.
Раздел 2.	Классификация задач математической физики
Тема 4	Приведение уравнений математической физики к каноническому виду.
Тема 5	Классификация задач математической физики и их корректная постановка.
Тема 6	Общий интеграл уравнений в частных производных.
	Метод Фурье
Тема 7	Алгоритм метода Фурье.
Тема 8	Задача Дирихле для круга. Интеграл Пуассона.
Тема 9	Задача Штурма-Лиувилля.
Тема 10	Собственные значения и собственные функций.
Тема 11	Разложение в ряд по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля.
Тема 12	Метод Фурье для случая двух независимых переменных.
Раздел 4.	Неоднородные задачи математической физики
Тема 13	Граничные условия IV рода.

Тема 14	Сингулярная задача Штурма-Лиувилля.
Тема 15	Неоднородные задачи. Метод приведения к однородной задаче.
Тема 16	Неоднородные задачи. Метод Гринберга.
Тема 17	Задачи с непрерывным спектром

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1.	6	3		10	19
Тема 1	2	1		4	7
Тема 2	2	1		3	6
Тема 3	2	1		3	6
Раздел 2.	6	3		9	18
Тема 4	2	1		3	6
Тема 5	2	1		3	6
Тема 6	2	1		3	6
Раздел 3.	12	6		23	41
Тема 7	2	1		3	6
Тема 8	2	1		4	7
Тема 9	2	1		5	8
Тема 10	2	1		6	9
Тема 11	2	1		5	8
Тема 12	2	1		5	8
Раздел 4.	10	5		15	30
Тема 13	2	1		3	6
Тема 14	2	1		3	6
Тема 15	2	1		3	6
Тема 16	2	1		3	6
Тема 17	2	1		3	6
ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	17		57	108

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

7.1. Контрольные вопросы

Содержательный модуль 1. Основные уравнения математической физики

- 1) Какие основные дифференциальные операторы математической физики?
- 2) Какие основные криволинейные системы координат?
- 3) Какие физические процессы описывают уравнения эллиптического типа?
- 4) Какие физические процессы описывают уравнения гиперболического типа?
- 5) Какие физические процессы описывают уравнения параболического типа?

Содержательный модуль 2. Классификация задач математической физики

- 6) К какому типу уравнений относится уравнение Пуассона?
- 7) К какому типу уравнений относится уравнение диффузии?
- 8) К какому типу уравнений относится уравнение Лапласа?
- 9) К какому типу уравнений относится уравнение Гельмгольца?
- 10) К какому типу уравнений относится уравнение теплопроводности?

11) К какому типу уравнений относится волновое уравнение?

Содержательный модуль 3. Метод Фурье

- 12) Условие разделения переменных в уравнениях математической физики.
- 13) Общий вид уравнения Штурма-Лиувилля.
- 14) Формулировка граничных условий задачи Штурма-Лиувилля.
- 15) Свойства собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.
- 16) Свойства собственных функций задачи Штурма-Лиувилля.
- 17) Фундаментальная система решений задачи Штурма-Лиувилля.

Содержательный модуль 4. Неоднородные задачи математической физики

- 18) В чём разница между однородной и неоднородной задачей.
- 19) Суть метода приведения к однородной задаче.
- 20) Суть метода Гринберга.
- 21) Какой спектр собственных значений называется непрерывным.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

- булевы функции (запись булевой функции по таблице истинности, формирование таблицы истинности по булевой функции);
- реализация булевых функций (составление электронных схем по булевой функции);
- комбинаторные схемы (реализация булевых функций на базе мультиплексоров, определение выходной линии декодера при заданном двоичном сигнале на его входе, определение значения выходного сигнала компаратора при сравнении заданных чисел).

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

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
1-4	Организационно-учебная работа в аудитории	12
	Самостоятельная работа	12
	Лабораторные работы	48
ИТОГО		72
Зачёт		28
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) и двенадцатом (г. Донецк, ул. Университетская, 24-а, УПВЦ). 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. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 798 с.
2. Владимиров В.С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 2004. – 436 с.

11.2. Дополнительная литература

3. 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.
4. Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968. – 576 с.
5. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. – М.: Наука, 1984.– 384 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).