

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

*МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.02 Физика
Магистерская программа	Компьютерная физика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Математические методы теоретической физики» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 914 (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:
доцент, к.ф.-м.н., доцент



А. В. Головчан

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.

Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



А. В. Безус

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

Руководители основной профессиональной образовательной программы:

кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

26.03.2024 г.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины программы магистратуры:

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

Квантовая теория твердых тел

Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость

Специальные методы решения физических задач

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.10. Математические методы теоретической физики
Часть образовательной программы	Вариативная часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	1	1	17	17	0	56	90	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование навыков использования математических методов в физических исследованиях, умений находить физическое обоснование математическим действиям.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;	ПК-2.6. Способен использовать современные математические методы при проведении теоретических физических исследований.	ПК-2.6.1 Знать специальные системы координат ПК-2.6.2 Знать понятие обобщенной функции ПК-2.6.3 Знать метод Ритца ПК-2.6.4 Уметь рассчитывать интегралы с помощью теоремы про вычеты; ПК-2.6.5 Уметь решать дифференциальные уравнения второго порядка; ПК-2.6.6 Уметь использовать различные системы координат ПК-2.6.7 Уметь использовать обобщенные функции при решении физических задач ПК-2.6.8 Владеть методом Ритца для решения вариационных задач.
	ПК-2.7. Может реализовать разработанную физическую модель на современной вычислительной технике.	ПК-2.7.1 Знать основы вариационного исчисления ПК-2.7.2 Уметь использовать обобщенные функции при решении физических задач

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1. Дифференциальные операторы	Преобразование системы координат. Дифференциальный оператор $\vec{\nabla}$. Теорема Гаусса, теорема Стокса, теория потенциала, уравнение Пуассона, теорема Гельмгольца.
Тема 2. Системы координат	Криволинейные системы координат, дифференциальные операторы. Коэффициенты Ламэ. Сферическая система координат, цилиндрическая система координат, эллиптические координаты.
Тема 3. Использование функций комплексного переменного в физике	Функции комплексной переменной. Особые точки. Теория вычетов. Использование теории вычетов.
Тема 4. Дифференциальные уравнения	Дифференциальные уравнения второго порядка. Особые точки. Решения уравнений в виде ряда. Метод Фробениуса. Функция Грина. Теория Штурма-Лиувилля. Ортогональные функции. Эрмитовы операторы. Ортогонализация функций. Полнота собственных функций.

Тема 5. Вариационное исчисление.	Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Экстремум функционала. Уравнение Эйлера. Вариационные задачи с подвижными границами. Метод Ритца.
Тема 6. Обобщенные функции и их свойства	Понятие обобщенной функции. Пространство обобщенных функций. Вычисление производных обобщенных функций. Обобщенные функции, сконцентрированные на кривых, поверхностях и объемах. Интегральные преобразования обобщенных функций. Преобразования Лапласа и Фурье, их свойства. Дифференциальные уравнения в обобщенных функциях.
Тема 7. Использование обобщенных функций в физике	Использование обобщенных функций в механике, электродинамике.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – _1_, семестр – 1

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Тема 1. Дифференциальные операторы	2	2		8	12
Тема 2. Системы координат	2	2		8	12
Тема 3. Использование функций комплексного переменного в физике	3	3		8	14
Тема 4. Дифференциальные уравнения	2	2		8	12
Тема 5. Вариационное исчисление.	3	3		8	14
Тема 6. Обобщенные функции и их свойства	2	2		8	12
Тема 7. Использование обобщенных функций в физике	3	3		8	14
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17		56	90

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Преобразование системы координат.
2. Дифференциальный оператор $\vec{\nabla}$.
3. Теорема Гаусса, теорема Стокса, теория потенциала.
4. Уравнение Пуассона, теорема Гельмгольца.
5. Криволинейные системы координат.
6. Дифференциальные операторы в криволинейных системах координат.
7. Коэффициенты Ламе.
8. Сферическая система координат.
9. Цилиндрическая система координат.
10. Эллиптические системы координат.
11. Функции комплексной переменной. Особенности точки.
12. Теория вычетов.

13. Применение теории вычетов.
14. Дифференциальные уравнения второго порядка. Особенности точки.
15. Решение уравнений с помощью рядов.
16. Метод Фробениуса.
17. Эрмитовы операторы. Ортогонализация функций. Полнота собственных функций.
18. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.
19. Экстремум функционала. Уравнение Эйлера.
20. Вариационные задачи с подвижными границами.
21. Метод Рунге.
22. Понятие обобщенной функции. Пространство обобщенных функций. Свойства обобщенных функций.
23. Вычисление производных обобщенных функций.
24. Обобщенные функции, сконцентрированные на кривых, поверхностях и объемах.
25. Интегральные преобразования обобщенных функций.
26. Преобразования Лапласа и Фурье. Их свойства.
27. Дифференциальные уравнения в обобщенных функциях.

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
1-3	Организационно-учебная работа в аудитории	30
	Самостоятельная работа	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 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных 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 выполнения лабораторных работ требуется лаборатории со специализированным оборудованием, которое отвечает современным требованиям цифрового образования: имеет в наличии большое количество различных типов датчиков, которые подключаются к ноутбуку (планшету) и позволяют осуществлять сбор экспериментальных данных, графический анализ данных, решение математических уравнений, обработку экспериментальных данных.

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 кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

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. Арфкен Г. Математические методы в физике, М. Атомиздат, 1970 г., 712 стр.
2. Дубровин В.И., Новиков С.П., Фоменко В.В. Современная геометрия, М., Наука, 720 стр.
3. Кеч В. Теодореску П. Введение в теорию обобщенных функций с приложениями в технике, М. «Мир», 518 с.
4. Штоколо И.З. Операционное исчисление, К., 1972 г., 254 стр.
5. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике, М., Наука, 1976 620 стр.
6. Шварц Л. Математические методы для физических наук, М., 1965, 684 стр
7. Земаян А.Г. Интегральные преобразования обобщенных функций, М.:Наука, 1974, 400 стр.

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).