

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики

д.ф.-м.н. профессор

С. Б. Вениг



2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки бакалавриата
03.03.03 Радиофизика

Профиль подготовки бакалавриата
Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Дмитриев Вадим Владимирович		31.05.2023
Председатель НМК	Скрипаль Анатолий Владимирович		01.06.2023
Заведующий кафедрой	Аникин Валерий Михайлович		31.05.2023
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы математической физики» является обеспечение студентов предметными знаниями, умениями и навыками решения дифференциальных краевых задач различных типов и получение знаний о специальных функциях.

В задачи дисциплины входят:

- изложение метода разделения переменных решения начально-краевых задач, при котором естественным образом возникает необходимость рассмотрения специальных функций, являющихся решением задач Штурма – Лиувилля;
- изучение свойств ряда наиболее широко используемых при решении конкретных задач специальных функций, в частности классических ортогональных полиномов;
- освоение метода функции Грина.

Реализация указанных целей направлена на получение высшего профессионально профилированного образования в области физики, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать универсальными и предметно специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.20 «Методы математической физики» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается после дисциплин: Б1.О.12 «Математический анализ и ТФКП», Б1.О.09 «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» Б1.О.13 «Дифференциальные уравнения». Изучение данной дисциплины запланировано в 5 семестре. В результате студенты приобретают знания, которые помогут освоить дисциплины Б1.О.24 «Квантовая механика», Б1.О.26 «Теория волновых процессов», а также подготовить выпускную квалификационную работу.

Студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебной, монографической и периодической литературой, уметь решать физические задачи с применением ранее пройденного математического аппарата.

Знания, умения и навыки, сформированные в результате изучения дисциплины, будут способствовать активизации учебно-познавательной, научно-исследовательской и социально-общественной деятельности студентов, что позволит наиболее полно реализовать их личностный потенциал, заложить основы конкурентоспособности будущих выпускников СГУ.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять фундаменталь-	1.1_Б.ОПК-1. Владеет основными категори-	Знать условия, обеспечивающие существова-

<p>ные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности</p>	<p>ями и понятиями фундаментальных разделов физики и радиофизики. 2.1_Б.ОПК-1. Применяет базовые аналитические и численные методы физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с профилизацией). 3.1_ Б.ОПК-1. Способен использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных достижений физики и радиофизики. 4.1_Б.ОПК-1. Обладает достаточной подготовкой для применения приобретенных фундаментальных знаний в области физики и радиофизики в сфере педагогической деятельности.</p>	<p>ние, единственность и корректность поставленных краевых задач Уметь сопоставлять физическим процессам различных типов одинаковое математическое описание. Владеть методами решения уравнений математической физики.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СР	
1	Классификация дифференциальных уравнений в частных производных	5	1-2	4	0	7	8	Контр. раб., тест.

	второго порядка							
2	Метод разделения переменных. Задача Штурма – Лиувилля	5	3-5	6	0	5	10	Контр. раб., тест.
3	Специальные функции	5	6-8	6	0	5	10	Контр. раб., тест.
4	Уравнения эллиптического типа	5	9-11	6	0	5	10	Контр. раб., инд. конс.
5	Уравнения параболического типа	5	12-14	6	0	5	10	Контр. раб., тест.
6	Уравнения гиперболического типа	5	15-17	6	0	5	10	Контр. раб., тест.
	Промежуточная аттестация.	5						Зачет с оценкой
	Итого за 5-й семестр: 108 ч.			34	0	16	58	
	Общая трудоемкость дисциплины			108 часов				

Содержание дисциплины

1. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка

1.1. Основные уравнения математической физики и постановка начально-краевых задач.

1.2. Классификация уравнений с двумя независимыми переменными.

1.3. Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду.

1.4. Классификация уравнений в случае многих независимых переменных.

2. Метод разделения переменных. Задача Штурма – Лиувилля

2.1. Общая схема метода разделения переменных для однородного уравнения.

2.2. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения.

2.3. Уравнения с неоднородными граничными условиями.

2.2. Простейшие задачи Штурма – Лиувилля.

3. Специальные функции

3.1. Уравнение Бесселя и его фундаментальная система решений. Степенной ряд для функций Бесселя. Интегральное представление функций Бесселя. Асимптотика цилиндрических функций. Функции Инфельда и Макдональда.

3.2. Определение и основные свойства классических ортогональных полиномов. Полиномы Якоби. Полиномы Лежандра. Полиномы Лагерра. Полиномы Эрмита.

3.3. Присоединенные функции Лежандра. Краевая задача для присоединенных функций Лежандра. Сферические функции и шаровые функции.

3.4. Собственные функции круга. Собственные функции цилиндра. Собственные функции шара.

4. Уравнения эллиптического типа

4.1. Формулы Грина. Основные свойства гармонических функций. Теорема о среднем. Принцип максимума.

4.2. Внешняя и внутренняя краевые задачи. Существование, единственность и устойчивость классических решений краевых задач.

4.3. Функция Грина оператора Лапласа. Примеры построения функций Грина, метод отражения, физическая интерпретация функции Грина.

4.4. Объемный потенциал. Поверхностные потенциалы. Поверхности Ляпунова. Метод интегральных уравнений решения краевых задач.

5. Уравнения параболического типа

5.1. Постановка начально-краевой задачи Принцип максимума Теоремы единственности и устойчивости.

5.2. Существование решения уравнения теплопроводности в ограниченной области. Функция Грина. Неоднородное уравнение теплопроводности Неоднородное граничное условие.

5.3. Задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой Теорема единственности. Фундаментальное решение и его свойства. Интеграл Пуассона.

5.4. Решение уравнения теплопроводности на полупрямой. Неоднородное граничное условие. Принцип Дюамеля.

6. Уравнения гиперболического типа

6.1. Постановка начально-краевой задачи для уравнения колебаний в ограниченной области. Существование, единственность и устойчивость решения. Вынужденные колебания ограниченной струны.

6.2. Уравнение колебаний на неограниченной прямой. Формула Даламбера. Существование, единственность и устойчивость решения задачи Коши. Физическая интерпретация решения.

6.3. Задачи для уравнения колебаний на полуограниченной прямой. Задачи для однородного уравнения колебаний с однородными граничными условиями первого второго рода. Распространение краевого режима.

6.4. Колебания в неограниченном пространстве. Сферически-симметричный случай. Формула Кирхгофа. Формула Пуассона. Метод спуска.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Проектные методы обучения;
- Исследовательские методы в обучении;
- Разноуровневое обучение.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- нахождение проблемной формулировки темы занятий, заданий, вопросов;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- оценка результата совместной деятельности.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса к конкретной дисциплине в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучающихся;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации.

В случае наличия среди обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются следующие адаптивные образовательные технологии:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать пособия, выполненные шрифтом Брайля, крупноформатные наглядные материалы и аудиофайлы;
- обязательное звуковое сопровождение демонстрационного или иллюстративного материала для лиц с ограниченными возможностями по слуху;
- создание условий для организации коллективных занятий в студенческих группах, где инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью оказывалась бы помощь для получения информации;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов в рамках данного курса включает:

- работа с конспектами лекций;
- проработка пройденных лекционных материалов по учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;

- самостоятельно решение сформулированных задач по основным разделам курса.

Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплине «Методы математической физики».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Балльно-рейтинговая система оценки теоретических знаний (зачет).

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	35	0	15	20	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

Лекции

Посещаемость, ведение конспектов лекций, решение контрольных работ – от 0 до 35 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Студент получает 15 баллов за посещаемость занятий, активность (участие в обсуждении при решении задач на практических занятиях), выполнение домашних заданий.

Самостоятельная работа

Выполнение тестовых заданий, работа с дополнительной учебной литературой – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация

Зачет проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и два дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Методы математической физики» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Методы математической физики» в оценку (зачет):

81-100 баллов	«отлично»
61-80 баллов	«хорошо»
51-60 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

1. Гангнус, Ю. С. Методы математической физики : учеб. пособие для студентов физ. фак. и фак. нелинейн. процессов [Текст] / Ю. С. Гангнус ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2012. - 86, [2] с.
2. Будаков, Б. М. Сборник задач по математической физике : учебное пособие [Текст] / Б. М. Будаков, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов. - 4-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 688 с.
3. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учеб. для вузов [Текст] / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 398, [2] с.
4. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики : практикум по решению задач : учеб. пособие [Текст] / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008. - 212, [12] с.
5. Сборник задач по уравнениям математической физики [Текст] / А. А. Вашарин [и др.] ; под ред. В. С. Владимирова. - 4-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 286, [2] с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. ОС Windows (лицензионное ПО) или ОС Unix/Linux (свободное ПО)
2. Microsoft Office (лицензионное ПО) или Open Office/Libre Office (свободное ПО)
3. Браузеры Internet Explorer, Google Chrome, Opera и др. (свободное ПО)
4. Научная электронная библиотека. <http://www.elibrary.ru/>
5. Библиотека СГУ. <http://library.sgu.ru/>
6. Боголюбов А. Н., Методы математической физики. Лекции. <https://teach-in.ru/course/mathematical-physics-bogolubov>
7. Тихонов Н. А., Методы математической физики. Лекции. <https://teach-in.ru/course/mathematical-physics-tikhonov>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Оборудование лекционной аудитории, мультимедийный проектор для лекционных презентаций, персональный компьютер, доступ к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» и профилю подготовки «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике».

Автор:

доцент кафедры

общей, теоретической и компьютерной физики,

к.ф.-м.н.

_____ В.В. Дмитриев

Программа разработана в 2022 г. (одобрена на заседании кафедры общей, теоретической и компьютерной физики, протокол № 6 от 23 мая 2022 года).

Программа актуализирована в 2023 г. (одобрена на заседании кафедры общей, теоретической и компьютерной физики, протокол № 11 от 31 мая 2023 года).