



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

 А.И. Александров
(подпись)

« 31 » августа 20 20 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы математической физики

| | |
|--|--|
| Уровень высшего образования: | бакалавриат |
| Квалификация выпускника: | бакалавр |
| Направление подготовки: | 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» |
| Направленность (профиль) образовательной программы: | Материалы микро- и наносистемной техники |

Иваново



1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «**Методы математической физики**» состоят в обеспечении бакалавров предметными знаниями, умениями и навыками решения дифференциальных краевых задач различных типов и получение знаний о специальных функциях.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина является обязательной для изучения и относится к обязательной части образовательной программы.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин «Математическое моделирование и программирование», «Электроника и схемотехника», «Квантовая и оптическая электроника», «Компьютерное моделирование наносистем»

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями и навыками, полученными в ходе освоения дисциплин «Математика», «Физика».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

б) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

в) профессиональные (ПК): нет

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: Канонические формы линейных дифференциальных уравнений в частных производных: уравнение колебаний, уравнение теплопроводности и уравнения Лапласа и Пуансона. Постановку краевых задач для этих типов уравнения. Специальные функции: Бесселя, полиномы Лежандра и присоединенные функции Лежандра. Нормы этих функций (УК-1, ОПК-1)

Уметь: Используя метод Фурье, сводить уравнение в частных производных к нескольким обыкновенным дифференциальным уравнениям. Строить решение уравнения в частных производных в виде ряда по ортогональным системам функций (УК-1, ОПК-1)

Владеть: Методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Вычислением интегралов от произведений функций на ортогональные функции (УК-1, ОПК-1)



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

| № п/п | Разделы (темы) дисциплины | Семестр | Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной/заочной форме обучения) | | Формы текущего контроля успеваемости (по очной/заочной форме обучения) |
|--------|---|---------|---|---------------------------|--|
| | | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Формы промежуточной аттестации |
| 1. | Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка | 5 | 6 | 4 | <i>Опорный конспект</i> |
| 2. | Метод разделения переменных. Задача Штурма – Лиувилля | 5 | 6 | 6 | <i>Опорный конспект</i> |
| 3. | Специальные функции | 5 | 6 | 4 | <i>Опорный конспект</i> |
| 4 | Уравнения эллиптического типа | 5 | 6 | 4 | <i>Опорный конспект</i> |
| 5 | Уравнения параболического типа | 5 | 6 | 6 | <i>Опорный конспект</i> |
| 6. | Уравнения гиперболического типа | 5 | 6 | 4 | <i>Опорный конспект</i> |
| | | | 0 | 2 | <i>Контрольная работа</i> |
| ... | | | 0 | 2 | <i>Зачет</i> |
| ИТОГО: | | | 36 | 32 | |

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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. 6

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.

Раздел 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

При освоении дисциплины «**Методы математической физики**» используются следующие виды учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, контроль работы.

На лекциях предусмотрены активные формы учебного процесса: разбор конкретных ситуаций, экспресс-опрос, интерактивные компьютерные симуляции.

На практических занятиях предусмотрены: самостоятельный вывод детальный разбор основных разделов лекционного курса с решением задач по разделам содержания дисциплины, выполнение контрольных работ по разделам дисциплины.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студента:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям;
- самостоятельное изучение избранных вопросов, вывод формул, приведенных без доказательства;
- решение рекомендованных задач;
- численное решение уравнений математической физики на компьютере

Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:

- предусмотрена еженедельная самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала; контроль на практических занятиях по данной дисциплине;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, не рассмотренных на лекциях, предусматривается по мере изучения соответствующих разделов, в которых выделены эти вопросы для самостоятельного изучения; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках промежуточного контроля – экзамена по данной дисциплине;
- решение рекомендованных задач предполагается еженедельным при подготовке к практическим занятиям и при усвоении теоретического лекционного материала; контроль выполнения этой работы предусмотрен на практических занятиях;
- проверка конспектов лекций производится в процессе промежуточного контроля – экзамена по данной дисциплине

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Система контроля по курсу включает: входной контроль; текущий контроль и итоговый контроль по курсу – экзамен.

В текущем контроле используются проверка опорных конспектов и материалов практических занятий и домашних заданий.

Итоговая контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.

Зачет проходит в устной форме. Условия сдачи экзамена:

Для получения допуска на зачет необходимо иметь опорный конспект лекций, материалы практических занятий, положительно (на 3 и более баллов) написать итоговую контрольную работу.

Зачет состоит из одного теоретического вопроса и одной практической задачи.

Ответ на вопрос и решение задачи оценивается по пятибалльной системе.

При ответе на вопрос используются следующие критерии оценки:



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

«5» — студент полностью раскрывает тему вопроса, самостоятельно и полно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«4» — студент полностью раскрывает тему вопроса, но затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса; или тема вопроса раскрыта не полностью, но студент уверенно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса.

«3» — студент не полностью раскрывает тему вопроса и затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«2» — студент не раскрывает тему вопроса, проявляет незнание базовых терминов и понятий, необходимых для раскрытия темы.

При решении практической задачи используются следующие критерии оценки:

«5» — студент полностью правильно решает практическую задачу и получает правильный ответ;

«4» — студент знает, каким методом решить задачу и применяет его на практике, но решение содержит ошибки и недочеты.

«3» — студент затрудняется в выборе метода решения, но после консультаций преподавателя правильно решает поставленную задачу.

«2» — студент не знает как решать практическую задачу даже после консультации преподавателя.

Итоговая оценка за дисциплину ставится на основе среднеарифметического значения, получаемого от суммы значений среднего балла за итоговую контрольную работу, оценок за каждый ответ на вопросы экзаменационного билета. Результат округляется до целого числа. Если результат округления три балла и выше - выставляется оценка «зачтено». В ином случае – «не зачтено».

Вопросы и примерные задачи к экзамену, материалы контрольных работ — в фонде оценочных средств (Приложении 2).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература:

1. Алтунин, К.К. Методы математической физики : учебное пособие / К.К. Алтунин. – 3-е изд. – Москва : Директ-Медиа, 2014. – 123 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240552> (дата обращения: 27.01.2020). – ISBN 978-5-4475-0320-8. – DOI 10.23681/240552. – Текст : электронный.

2. Барашков, В.А. Методы математической физики : учебное пособие / В.А. Барашков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 150 с. : табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363874> (дата обращения: 27.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2497-1. – Текст : электронный.

Дополнительная учебная литература:

3. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики : учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. – Москва : Физматлит, 2000. – 400 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126> (дата обращения: 27.01.2020). – ISBN 5-9221-0011-4. – Текст : электронный.



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

2. Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие : [16+] / сост. А.В. Копытов, А.В. Кособуцкий ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – Ч. 1. Уравнения математической физики. – 82 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495216> (дата обращения: 27.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2234-3. – Текст : электронный.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Сайт специализированных словарей www.dic.academic.ru

Сайт все для студента <http://www.twirpx.com>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран.



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Автор(ы)-составитель(и): к.т.н. доц. Новиков В.В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 31 августа 2020 г., протокол № 1

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20____ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____
(подпись)

Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.