

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Методы математической физики Б3.В.4.8

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Демин С.А.

**Рецензент(ы):**

Мокшин А.В., Хуснутдинов Р.М.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_\_\_ г

Регистрационный №

Казань  
2018

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Демин С.А. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , [Sergey.Demin@kpfu.ru](mailto:Sergey.Demin@kpfu.ru)

## 1. Цели освоения дисциплины

Основная цель математической физики - это аналитическое исследование скалярных, векторных и тензорных полей физических величин. Данная цель разбивается на два круга проблем: прямые (задано поле, требуется установить его характер, к примеру, быстроту изменения от точки к точке) и обратные (необходимо найти поле, если известны условия, в которых находится физический объект).

Дисциплина "Методы математической физики" призвана приобщить студентов к методам решения дифференциальных уравнений в частных производных (УЧП) второго порядка, часто встречающихся во многих разделах физики. Целью предмета также является вывод таких уравнений на основе общих математических и физических принципов, что показывает студентам единство и взаимосвязь различных разделов математики и физики. Например, одни и те же уравнения (гиперболического, параболического и эллиптического типов), возникающие при классификации уравнений в частных производных второго порядка, описывают явления и процессы из различных областей физики.

Кроме того, дисциплина "Методы математической физики" предназначена для улучшения математической подготовки студентов. Целью дисциплины можно считать знакомство студентов с основными математическими методами, используемыми для описания различных физических систем. Изучение курса предполагает знание студентами основ высшей математики и элементов математического анализа.

Дисциплина призвана создать представление о методах математической физики, значительно расширить и дополнить знания соответствующих разделов физики с одновременным применением их на практике.

Задачами курса являются:

- овладение методами аналитического исследования скалярных полей физических величин;
- ознакомление с методами аналитического исследования векторных полей физических величин;
- ознакомление с методами аналитического исследования тензорных полей физических величин;
- знакомство с краевыми задачами для обыкновенных дифференциальных уравнений;
- знакомство с основными элементами линейной алгебры;
- овладение методами решения УЧП второго порядка и применение их при решении различных прикладных задач;
- ознакомление со свойствами и общностью ортогональных функций математической физики (сферические функции, полиномы Лежандра, Лагерра и т.д.);
- знакомство с физическими задачами, приводящими к уравнениям гиперболического, параболического и эллиптического типов.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина "Методы математической физики" вырабатывает у студентов навыки построения математических моделей различных физических процессов и решения получающихся при этом математических задач. Данный курс составляет математическую основу значительного числа специальных дисциплин. В рамках дисциплины рассматриваются задачи математической физики, приводящие к уравнениям с частными производными. Порядок изложения связан с описанием типичных физических процессов, поэтому расположение материала соответствует основным типам уравнений.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1)
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность логически верно выстраивать устную и письменную речь (ОК-6)
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК- 9)
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладанием мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности (ОПК-1)
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	владение основами речевой профессиональной культуры (ОПК-3)
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности (ОПК-4)
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способность к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания (ОПК-6)
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать и реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях (ПК-1)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития личности обучающихся (ПК-2)
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность применять современные методики и технологии, методы диагностирования достижений обучающихся для обеспечения качества учебно- воспитательного процесса (ПК-3)
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять педагогическое сопровождение процессов социализации и профессионального самоопределения обучающихся, подготовки их к сознательному выбору профессии (ПК-4)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные характеристики, описывающие скалярные поля (производная вдоль кривой, производная по направлению, градиент); физический смысл данных характеристик;
- основные характеристики, описывающие векторные поля (поток векторного поля, дивергенция, циркуляция и ротор векторного поля); физический смысл данных характеристик;
- криволинейные системы координат и операции над скалярным и векторным полями в криволинейных координатах;
- основные примеры задачи Штурма-Лиувилля;
- основные элементы линейной алгебры;
- вывод уравнения малых поперечных колебаний для струны, закрепленной на концах;
- решение уравнения колебаний закрепленной струны методом разделения переменных (методом Фурье); физический смысл полученного решения;
- решение уравнения для бесконечной струны методом Даламбера;
- вывод уравнения распространения тепла для конечного стержня, изолированного на концах;
- решение уравнения теплопроводности для конечного стержня методом Фурье (с использованием начальных и граничных условий); физический смысл полученного решения;
- основные специальные функции;
- методы решения уравнений эллиптического типа

**2. должен уметь:**

- численно определять характеристики, позволяющие описывать свойства скалярных полей;
- численно определять характеристики, описывающие свойства векторных полей;
- находить собственные числа и собственные функции дифференциальных уравнений;
- представлять функции в виде рядов Фурье по ортогональным системам;
- классифицировать УЧП второго порядка;
- приводить к каноническому виду уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типов;
- решать УЧП второго порядка гиперболического, параболического и эллиптического типов методом разделения переменных (методом Фурье);
- выполнять линейные преобразования в унитарном пространстве.

**3. должен владеть:**

- навыками решения уравнения колебаний закрепленной струны методом разделения переменных (методом Фурье);
- навыками решения уравнения теплопроводности для конечного стержня методом Фурье (с использованием начальных и граничных условий);
- навыками решения уравнений в частных производных второго порядка гиперболического, параболического типов методом разделения переменных (методом Фурье).

**4. должен демонстрировать способность и готовность:**

- применять полученные знания на практике.

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

## 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Векторный анализ. Математическая теория поля	6	1-3	2	4	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Криволинейные системы координат. Векторный анализ в криволинейных системах координат	6	4-6	2	4	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Краевые задачи. Ортогональные системы функций	6	7-9	4	8	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Уравнения гиперболического типа	6	10-12	4	8	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Уравнения параболического типа. Специальные функции	6	13-15	4	8	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Элементы линейной алгебры	6	16-18	2	4	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			18	36	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Векторный анализ. Математическая теория поля

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Скалярные и векторные поля. Скалярное поле. Поверхности уровня. Производная по дуге. Производная по направлению. Градиент скалярного поля. Интеграл по поверхности. Формула Гаусса-Остроградского.

#### практическое занятие (4 часа(ов)):

Векторное поле. Векторные линии. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция векторного поля. Циркуляция векторного поля по контуру. Формула Стокса. Плотность циркуляции векторного поля. Ротор. Соленоидальные поля. Безвихревое поле. Потенциальное поле.

### Тема 2. Криволинейные системы координат. Векторный анализ в криволинейных системах координат

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Криволинейные координаты. Скалярное и векторное поля в криволинейных координатах. Вычисление градиента в криволинейной системе координат.

#### практическое занятие (4 часа(ов)):

Интегральные и дифференциальные операции над векторным полем в криволинейных координатах. Дифференциальные операции второго порядка.

### Тема 3. Краевые задачи. Ортогональные системы функций

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Собственные решения. Самосопряженное уравнение второго порядка. Собственные числа и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля. Примеры задачи Штурма-Лиувилля.

#### практическое занятие (8 часа(ов)):

Краевые задачи, приводящие к тригонометрическим функциям. Ряды по ортогональным системам функций. Тригонометрические ряды Фурье.

### Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Уравнения гиперболического типа

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Сведения о дифференциальных уравнениях в частных производных; уравнения математической физики (уравнения в частных производных второго порядка). Понятия о начальных и краевых (граничных) условиях. Классификация уравнений математической физики. Канонические уравнения гиперболического типа.

#### практическое занятие (8 часа(ов)):

Выход уравнения малых колебаний для струны, закрепленной на концах. Решение уравнения колебаний закрепленной струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физический смысл решения: понятие о суперпозиции решений, собственных значениях и собственных функциях. Решение уравнения для бесконечной струны методом Даламбера.

### Тема 5. Уравнения параболического типа. Специальные функции

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнения параболического типа. Классические ортогональные полиномы: полиномы Лежандра (присоединенные полиномы Лежандра), Лагерра, Эрмита, Яакби, Чебышева. Функции Бесселя 1-го и 2-го рода. Понятие о сферических функциях.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Вывод уравнения распространения тепла для конечного стержня, изолированного на концах. Решение уравнения теплопроводности для конечного стержня методом Фурье (с использованием начальных и граничных условий). Физический смысл решения.

**Тема 6. Элементы линейной алгебры**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Метрические, топологические, гильбертовы пространства: определения, аксиомы, свойства. Примеры. Линейные конечномерные операторы в гильбертовых пространствах.

Бесконечномерные операторы. Алгебры фон Неймана и  $C^*$ -алгебра.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Дифференциальное исчисление в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Интегральные преобразования и метод функций Грина в задачах математической физики.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Векторный анализ. Математическая теория поля	6	1-3	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
2.	Тема 2. Криволинейные системы координат. Векторный анализ в криволинейных системах координат	6	4-6	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
3.	Тема 3. Краевые задачи. Ортогональные системы функций	6	7-9	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Уравнения гиперболического типа	6	10-12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Уравнения параболического типа. Специальные функции	6	13-15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Элементы линейной алгебры	6	16-18	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
	Итого				18	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Методы математической физики" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и новых образовательных технологий с применением в образовательном процессе интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств, а также мультимедийных программ, включающих подготовку домашних работ и выступления студентов с презентационными материалами по предложенной тематике.

Для успешного преподавания дисциплины "Методы математической физики" необходимо использовать не только различные печатные издания (см. перечень основной и дополнительной литературы), но и возможности мультимедийных средств обучения. В частности, представление различных физических процессов и явлений (малые поперечные колебания струны, распространение тепла для конечного стержня, уравнение Лапласа для круга и шара и т.д.), к описанию которых приводит математическая физика, желательно осуществлять при помощи проекционной техники.

Для эффективного усвоения учебного материала студенту необходимо знать основы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятности и статистики, а также курсов общей и экспериментальной физики.

При подготовке к экзамену рекомендуется кроме лекционного материала использование учебников и учебных пособий по методам и уравнениям математической физики (см. перечень основной и дополнительной литературы), различных современных информационных источников, к примеру, веб - сайтов, электронных библиотек, интернет - энциклопедий и словарей и т.п.

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

### Тема 1. Векторный анализ. Математическая теория поля

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Нахождение производной скалярного поля по направлению. Вычисление градиента и наибольшей скорости изменения скалярного поля. Вычисление дивергенции и ротора векторного поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Скалярные и векторные поля. Скалярное поле. Поверхности уровня. Производная по дуге. Производная по направлению. Градиент скалярного поля. Интеграл по поверхности. Формула Гаусса-Остроградского. Векторное поле. Векторные линии. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция векторного поля. Циркуляция векторного поля по контуру. Формула Стокса. Плотность циркуляции векторного поля. Ротор. Соленоидальные поля. Безвихревое поле. Потенциальное поле.

### Тема 2. Криволинейные системы координат. Векторный анализ в криволинейных системах координат

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Вычисление потока векторного поля. Вычисление циркуляции векторного поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Криволинейные координаты. Скалярное и векторное поля в криволинейных координатах. Вычисление градиента в криволинейной системе координат. Интегральные и дифференциальные операции над векторным полем в криволинейных координатах. Дифференциальные операции второго порядка.

### **Тема 3. Краевые задачи. Ортогональные системы функций**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Приведение к каноническому виду линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Поиск общего решения. Разложение функций по тригонометрическим рядам Фурье.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Собственные решения. Самосопряженное уравнение второго порядка. Собственные числа и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля. Примеры задачи Штурма-Лиувилля. Краевые задачи, приводящие к тригонометрическим функциям. Ряды по ортогональным системам функций. Тригонометрические ряды Фурье.

### **Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Уравнения гиперболического типа**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Дирихле. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Неймана. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях смешанного типа. 11. Решение задачи о колебании конечной струны в случае неоднородных граничных условий. Неоднородные краевые условия Дирихле.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Сведения о дифференциальных уравнениях в частных производных; уравнения математической физики (уравнения в частных производных второго порядка). Понятия о начальных и краевых (граничных) условиях. Классификация уравнений математической физики. Канонические уравнения гиперболического типа. Вывод уравнения малых колебаний для струны, закрепленной на концах. Решение уравнения колебаний закрепленной струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физический смысл решения: понятие о суперпозиции решений, собственных значениях и собственных функциях.

### **Тема 5. Уравнения параболического типа. Специальные функции**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Решение уравнения колебания бесконечной струны методом характеристик. Метод Даламбера. Определение профиля неограниченной струны при различных условиях. Графическое представление.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Уравнения параболического типа. Вывод уравнения распространения тепла для конечного стержня, изолированного на концах. Решение уравнения теплопроводности для конечного стержня методом Фурье (с использованием начальных и граничных условий). Физический смысл решения. Классические ортогональные полиномы: полиномы Лежандра (присоединенные полиномы Лежандра), Лагерра, Эрмита, Яакби, Чебышева. Функции Бесселя 1-го и 2-го рода. Понятие о сферических функциях.

### **Тема 6. Элементы линейной алгебры**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнение домашнего задания по темам: Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной нулевой температуры на концах. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье в случае тепловой изоляции концов. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной ненулевой температуры на концах.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос в рамках тем: Метрические, топологические, гильбертовы пространства: определения, аксиомы, свойства. Примеры. Линейные конечномерные операторы в гильбертовых пространствах. Бесконечномерные операторы. Алгебры фон Неймана и  $C^*$ -алгебра. Дифференциальное исчисление в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Интегральные преобразования и метод функций Грина в задачах математической физики.

## Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По дисциплине "Методы математической физики" читается курс лекций, адаптированный для бакалавров. Материал носит общеобразовательный и ознакомительный характер. В качестве промежуточной и текущей аттестации в течение семестра проводятся самостоятельные работы. Кроме того, в начале каждого практического занятия преподаватель контролирует выполнение домашнего задания.

Экзаменационные вопросы к дисциплине

"Методы математической физики"

3 курс

Теоретическая часть

1. Введение. Проблемы математической физики.
2. Скалярное поле. Типы скалярных полей. Поверхности уровня.
3. Производная вдоль кривой. Производная по направлению.
4. Градиент скалярного поля. Свойства градиента.
5. Векторное поле. Интеграл по поверхности. Свойства поверхностного интеграла.
6. Теорема Гаусса-Остроградского.
7. Векторные линии. Примеры векторных линий.
8. Поток векторного поля через поверхность. Способы вычисления потока векторного поля.
9. Дивергенция векторного поля. Свойства дивергенции.
10. Циркуляция векторного поля. Криволинейный интеграл.
11. Плотность циркуляции векторного поля. Ротор.
12. Формула Стокса. Свойства ротора. Способы вычисления циркуляции векторного поля.
13. Типы векторных полей. Соленоидальное поле.
14. Типы векторных полей. Безвихревое поле.
15. Типы векторных полей. Потенциальное поле.
16. Дифференциальные операции второго порядка.
17. Криволинейные координаты. Системы криволинейных координат. Коэффициенты Ламе.
18. Операции над скалярным и векторным полями в криволинейных координатах.
19. Восстановление потенциала векторного поля и лапласиан в криволинейных координатах.
20. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка.
21. Самосопряженное уравнение второго порядка.
22. Собственные числа и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля.
23. Примеры задачи Штурма-Лиувилля. Свойства собственных чисел и собственных функций.
24. Ортогональные системы. Ряды Фурье по ортогональным системам функций.
25. Тригонометрические ряды Фурье.

26. Понятие о линейных дифференциальных уравнениях второго порядка в частных производных. Классификация и примеры линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.
  27. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду.
  28. Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического типа. Метод характеристик. Переход от переменных  $x, y$  к переменным  $\xi, \eta$ .
  29. Приведение к каноническому виду уравнений параболического типа. Метод характеристик. Переход от переменных  $x, y$  к переменным  $\xi, \eta$ .
  30. Приведение к каноническому виду уравнений эллиптического типа. Метод характеристик. Переход от переменных  $x, y$  к переменным  $a, b$ .
  31. Примеры уравнений гиперболического типа. Вывод уравнения колебания струны.
  32. Начальные и граничные условия одномерного волнового уравнения. Однородные и неоднородные граничные условия.
  33. Одномерное, двумерное и трехмерное волновые уравнения. Начальные и краевые условия.
  
  34. Решение уравнения свободных колебаний конечной струны с закрепленными концами методом Фурье. Реализация метода Фурье.
  35. Физическая интерпретация решения уравнения свободных колебаний конечной струны. Характеристики музыкальных инструментов.
  36. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Дирихле.
  37. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Неймана.
  38. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях смешанного типа.
  39. Решение задачи о колебании конечной струны в случае неоднородных граничных условий. Неоднородные краевые условия Дирихле, Неймана и условия смешанного типа.
  40. Решение уравнения колебания бесконечной струны методом характеристик. Метод Даламбера. Определение профиля неограниченной струны при различных условиях.
  41. Физический смысл общего решения уравнения колебания бесконечной струны, полученного методом Даламбера.
  42. Уравнения параболического типа. Вывод уравнения теплопроводности.
  43. Решение уравнения теплопроводности для конечного стержня.
  44. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной нулевой температуры на концах.
  45. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье в случае тепловой изоляции концов.
  46. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной ненулевой температуры на концах.
  47. Интеграл Фурье. Тригонометрические ряды Фурье. Отличие между рядом Фурье и интегралом Фурье.
  48. Распространение тепла в бесконечном стержне. Использование интеграла Фурье в поиске решения.
  49. Уравнение колебания мембранны. Начальные и краевые условия.
  50. Двойные ряды Фурье. Решение уравнения колебаний прямоугольной мембранны.
- Практическая часть**
1. Нахождение производной скалярного поля по направлению.
  2. Вычисление градиента и наибольшей скорости изменения скалярного поля.
  3. Вычисление дивергенции и ротора векторного поля.
  4. Вычисление потока векторного поля.

5. Вычисление циркуляции векторного поля.
6. Приведение к каноническому виду линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Поиск общего решения.
7. Разложение функций по тригонометрическим рядам Фурье.
8. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Дирихле.
9. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях Неймана.
10. Свободные колебания струны конечной длины. Решение одномерного волнового уравнения при однородных краевых условиях смешанного типа.
11. Решение задачи о колебании конечной струны в случае неоднородных граничных условий. Неоднородные краевые условия Дирихле.
12. Решение уравнения колебания бесконечной струны методом характеристик. Метод Даламбера.
13. Определение профиля неограниченной струны при различных условиях. Графическое представление.
14. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной нулевой температуры на концах.
15. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье в случае тепловой изоляции концов.
16. Решение уравнения теплопроводности конечного стержня методом Фурье при условии поддержания постоянной ненулевой температуры на концах.

## **7.1. Основная литература:**

1) Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006108-5, 500 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=364601>

2) Уравнения математической физики/Ильин А. М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с.: ISBN 978-5-9221-1036-5

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544745>

3) Уравнения математической физики: Учебник для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9221-0310-7, 1500 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=169279>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1) Высшая математика: Учебник / Л.Т. Ячменёв. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 752 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование; Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01032-7

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=344777>

2) Высшая математика: Учебник / В.С. Шипачев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 479 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-16-010072-2, 1000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469720>

3) Уравнения математической физики : учеб. пособие /В.В. Лесин. ? М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. ? 240 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520539>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. - <http://school-collection.edu.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - <http://window.edu.ru/>

Методы математической физики. Курс лекций. Часть 1 -

<http://wwwold.inp.nsk.su/chairs/theor/programs/mmp1a.pdf>

Уравнения математической физики - <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/143074/Уравнения>

Уравнения математической физики. Конспекты лекций -

[http://www.dgma.donetsk.ua/metod/pm/zo/ur\\_mat\\_fiz/konsp.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/metod/pm/zo/ur_mat_fiz/konsp.pdf)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Методы математической физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Для обеспечения учебного процесса на лекционных и практических занятиях по курсу "Методы математической физики" имеются тексты практических и домашних работ, учебное пособие с кратким содержанием лекционного материала дисциплины, а также дополнительные электронные учебно-методические пособия с изложением лекционного курса. Для проведения лекционных занятий имеется техническое средство обучения в составе одного ноутбука и мультимедийного проектора для демонстрации физических процессов и явлений, к которым приводит математическая физика, также в наличии имеется интерактивная доска для эффективного проведения практических занятий. Имеется комплект CD-дисков с лекционными и наглядно-демонстрационными материалами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):

Демин С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. \_\_\_\_\_

Хуснутдинов Р.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.