



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Голик С.С.

«УТВЕРЖДАЮ»



Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики

Короченцев В.В.

(подпись)

«1» 05 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы математической физики

**Направление подготовки – 03.03.02 Физика**

Экспериментальная физика

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4

лекции 54 час.

практические занятия 54 час.

лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 / пр. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 54 час.

контрольные работы 1

курсовая работа нет

зачет не предусмотрен

экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ № \_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики, протокол № 8 от «27» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики В.В. Короченцев  
Составители Александрова Н.Я., Московченко Л.Г.

**Владивосток**  
**2019**

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация к рабочей программе «Методы математической физики»**

Дисциплина «Методы математической физики» разработана для студентов 2 курса направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Экспериментальная физика», в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОС ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Методы математической физики» относится к разделу Б1.В.02.01 вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (54 час.) и практические занятия (54 час.) с использованием методов активного обучения, самостоятельная работа (54 часа), контрольные работы (54 часа). Дисциплина реализуется в 4 семестре 2 курса.

Изучение данной дисциплины базируется на материале курсов: «Математический анализ», «Алгебра и аналитическая геометрия», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление».

**Целью** курса является изложение основ построения математических моделей физических явлений и решения получающихся при этом математических задач.

### **Задачи:**

1. Изучить методы решения различных типов дифференциальных уравнений с частными производными и приобрести практические навыки их решения;
2. Научиться использовать специальные функции при решении задач математической физики;
3. Научиться интерпретировать полученные решения;
4. Приобрести навыки построения математических моделей при решении ряда физических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Методы математической физики» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОК-1 - способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня;
- ОПК-1 – способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях,

достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные / профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-8 - способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	Знает	классификацию типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
	Умеет	приводить к каноническому виду дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных
	Владеет	навыками применения методов приведения к каноническому виду и интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
ПК-5 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	Знает	методы решения различных типов краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
	Умеет	применять методы решения краевых задач для различных типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
	Владеет	навыками определения типа краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка в частных производных и выбрать соответствующий метод решения
ПК-7 - способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знает	методы решения различных типов дифференциальных уравнений с использованием специальных функций
	Умеет	использовать специальные математические функции при решении физических задач
	Владеет	навыками построения математических моделей физических явлений, формулирования краевых задач, применения специальных функций для решения краевых задач

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Методы теоретической физики» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: коллективное обсуждение методов решения задачи; коллективное построение моделей, описывающих физические задачи.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Раздел I. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка (4 час.)**

**Тема 1. Дифференциальные уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными (4 час.)**

Дифференциальные уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Классификация уравнений второго порядка со многими независимыми переменными. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя неизвестными.

**Раздел II. Уравнения гиперболического типа (12 час.)**

**Тема 1. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа (4 час.)**

Уравнения малых поперечных колебаний стержней и струн. Энергия колебаний струны. Поперечные колебания мембраны. Граничные и начальные условия. Редукция общей задачи. Постановка краевых задач для случая многих переменных.

**Тема 2. Метод распространяющихся волн (2 час.)**

Формула Даламбера. Физическая интерпретация. Неоднородное уравнение. Полуограниченная прямая и метод продолжений.

**Тема 3. Метод разделения переменных (6 час.)**

Уравнение свободных колебаний струны, интерпретация решения. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая задача. Общая схема метода разделения переменных.

**Раздел III. Уравнения параболического типа (8 час.)**

**Тема 1. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа (4 час.)**

Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии. Распространение тепла в пространстве. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Функция источника. Общая первая краевая задача.

**Тема 2. Распространение тепла для неограниченной области. (4 час.)**

Распространение тепла на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Интеграл Пуассона. Распространения тепла на полубесконечной прямой. Метод Дюамеля.

## **Раздел IV. Уравнения эллиптического типа (8 час.)**

### **Тема 1. Задачи, приводящиеся к уравнению Лапласа. Краевые задачи на плоскости (4 час.)**

Физические задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Формулы Грина, интегральное представление решения. Внешние краевые задачи. Первая краевая задача для круга, интеграл Пуассона.

### **Тема 2. Уравнение колебаний в пространстве(4 час.)**

Колебания ограниченных объемов. Колебания прямоугольной мембраны. Колебания круглой мембраны.

## **Раздел V. Цилиндрические функции (12 час.)**

### **Тема 1. Функции Бесселя (6 час.)**

Функции Бесселя. Степенные ряды. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Краевые задачи для функции Бесселя. Графики функций Бесселя и Неймана. Колебания круглой мембраны.

### **Тема 2. Функции Ханкеля, Неймана (2 час.)**

Определение функций Ханкеля, Неймана. Асимптотики функций.

### **Тема 3. Цилиндрические функции мнимого аргумента. Эллиптические интегралы (4 час.)**

Функции Бесселя мнимого аргумента и функции Макдональда. Уравнение мнимого аргумента. Свойства функций мнимого аргумента. Гамма-функция. Бета-функция. Их свойства.

## **Раздел VI. Сферические функции (10 час.)**

### **Тема 1. Полиномы Лежандра. Присоединенные функции Лежандра (4 час.)**

Уравнение Лежандра. Полиномы Лежандра. Рекуррентные формулы и свойства полиномов Лежандра. Графики полиномов Лежандра. Уравнение присоединенных функций Лежандра. Свойства присоединенных функций Лежандра. Задачи, приводящие к присоединенным функциям Лежандра.

### **Тема 2. Гармонические полиномы и сферические функции (2 час.)**

Уравнение сферических функций. Свойства сферических функций.

### **Тема 3. Полиномы Чебышева-Эрмита. Полиномы Чебышева-Лагерра (4 час.)**

Полиномы Чебышева-Эрмита. Дифференциальная формула, рекуррентные соотношения, свойства. Полиномы Чебышева-Лагерра. Дифференциальная формула, рекуррентные соотношения, свойства. Обобщенные полиномы Чебышева-Лагерра.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Интерактивный метод:* коллективное обсуждение методов решения задачи, *Интерактивный метод:* коллективное построение моделей, описывающих физические задачи.

### **Практические занятия (54 час.)**

**Занятие 1-2. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя неизвестными (4 час.)**

1. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка гиперболического и параболического типов.
2. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка параболического и эллиптического типов.

**Занятие 3-4. Метод распространяющихся волн для уравнений гиперболического типа. Задачи Коши (4 час.)**

*Интерактивный метод:* коллективное построение моделей, описывающих физические задачи

1. Общее решение уравнения гиперболического типа.
2. Метод распространяющихся волн. Задача о свободных колебаниях бесконечной струны с неоднородными начальными условиями.

**Занятие 5. Контрольная работа по приведению к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя неизвестными (2 час.)**

**Занятие 6. Неоднородное уравнение. Задачи Коши (2 час.)**

1. Решение неоднородных задач на бесконечной прямой.
2. Задача о вынужденных колебаниях бесконечной струны.
3. Задача о колебаниях полубесконечной струны с неоднородными начальными условиями.

**Занятие 7-8. Метод разделения переменных (4 час.)**

*Интерактивный метод:* коллективное обсуждение методов решения задачи

1. Метод разделения переменных для однородных одномерных уравнений гиперболического типа. Первая краевая задача.
2. Колебания ограниченной струны.

**Занятие 9. Неоднородные уравнения колебаний ограниченной струны (2 час.)**

1. Решение задач со стационарной неоднородностью.

2. Задача о вынужденных колебаниях ограниченной струны.

**Занятие 10. Общая первая краевая задача (2 час.)**

Общая первая краевая задача для волнового уравнения.

**Занятие 11-12. Общая вторая краевая задача для волнового уравнения (4 час.)**

*Интерактивный метод: коллективное обсуждение методов решения задачи*

1. Волновое уравнение.

2. Решение задач.

**Занятие 13. Однородная краевая задача для уравнения теплопроводности (2 час.)**

1 Уравнение теплопроводности.

2 Однородная краевая задача.

**Занятие 14-15. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности (4 час.)**

1. Метод разделения переменных для однородных одномерных уравнений параболического типа.

2. Вторая краевая задача.

**Занятие 16. Контрольная работа по решению краевых задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности (2 час.)**

**Занятие 17. Колебания прямоугольной мембраны (2 час.)**

1. Задача о свободных колебаниях прямоугольной мембраны.

2. Задача о вынужденных колебаниях прямоугольной мембраны.

**Занятие 18. Цилиндрические функции и их свойства (2 час.)**

*Интерактивный метод: коллективное обсуждение методов решения задачи*

1. Цилиндрические функции

2. Свойства цилиндрических функций.

Задача о вынужденных колебаниях прямоугольной мембраны

**Занятие 19-20. Колебания круглой мембраны (4 час.)**

1. Задача о свободных колебаниях круглой мембраны. Первая краевая задача.

2. Вынужденные колебания круглой мембраны.

**Занятие 21-22. Распространение тепла в цилиндре (4 час.)**

1. Стационарное распределение тепла в цилиндре.

2. Стационарное распределение концентрации газа в цилиндре.

3. Распространение тепла в цилиндре.

**Занятие 23-24. Колебания ограниченных объемов (4 час.)**



**Интерактивный метод: коллективное обсуждение методов решения задачи**

1. Уравнение Шредингера.
2. Гармонический осциллятор.

**Занятие 25-26. Распространение тепла в ограниченных средах. (4 час.)**

1. Стационарное распределение тепла в шаре, часть шара нагревается плоскопараллельным потоком тепла.
2. Стационарное распределение тепла в шаре, в объеме шара происходит тепловыделение, на поверхности - конвективный обмен со средой.

**Занятие 27. Контрольная работа по распространению тепла (2 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы математической физики» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 1-3
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		

2	Раздел 2 Уравнения гиперболического типа	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 4-8
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
3	Раздел 3 Уравнения параболического типа	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 9- 11
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
4	Раздел 4 Уравнения эллиптического типа.	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 12
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
5	Раздел 5 Цилиндрические функции	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 13- 15
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
6	Раздел 6 Сферические функции	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 16- 26
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## Основная литературы

1. Ильин, А.М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Ильин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2181>. — Загл. с экрана.
2. Феоктистов, В.В. Уравнения математической физики и специальные функции [Электронный ресурс] : методические указания / В.В. Феоктистов, О.Ю. Чигирёва. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 45 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103587>. — Загл. с экрана.
3. Соболева, Е.С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 96 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5295>. — Загл. с экрана.
4. Александрова, Н. Я. Сборник задач по методам математической физики. / Н.Я. Александрова. – Владивосток : Изд-во ДВФУ, 2014. - 34 с.  
ЭБС ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?aid=6Fq21FEg71j7MHecftcWJdwqT7EWti%2B0TYdcoPbkUfY%3D%3BTTyizeW5RhXqXq8V/DZWhA%3D%3D%3BDZQ2%2BAqlFhu9i6kCds/FczyVzHQl241GQxUsKjVfIKrCGS27og4jGjIh1WA%2B7ZZEKd1zjmalYKLMpnmNWLxhGqmBY1xdTNz0bLyoiA/m/k%3D&id=chamo:275442>;
5. Александрова Н. Я. Сборник задач по методам математической физики. В 2 ч. Ч. 1 / Н.Я. Александрова. - Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2014. - 36 с.  
ЭБС ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?aid=6Fq21FEg71j7MHecftcWJdwqT7EWti%2B0TYdcoPbkUfY%3D%3BTTyizeW5RhXqXq8V/DZWhA%3D%3D%3BDZQ2%2BAqlFhu9i6kCds/FczyVzHQl241GQxUsKjVfIKrCGS27og4jGjIh1WA%2B7ZZEKd1zjmalYKLMpnmNWLxhGqmBY1xdTNz0bLyoiA/m/k%3D&id=chamo:275445>.

## Дополнительная литература

1. Треногин, В.А. Уравнения в частных производных [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Треногин, И.С. Недосекина. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2013. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59744>. — Загл. с экрана.
2. Голоскоков, Д.П. Курс математической физики с использованием пакета Maple [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.П. Голоскоков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 576 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67461>. — Загл. с экрана.
3. Будаков, Б.М. Сборник задач по математической физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.М. Будаков, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 688 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63669>. — Загл. с экрана.
4. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2000. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2363>. — Загл. с экрана.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/methods/meth-pde.htm> - Линейные и нелинейные уравнения математической физики и другие уравнения с частными производными - методы решения.
2. <https://www.youtube.com/watch?v=ilkBj7Jkny8> – курс «Уравнения математической физики» МГППУ.
3. Балакин А.Б. Три лекции по теории функций Бесселя: Учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. - 39 с. Режим доступа : <http://window.edu.ru/resource/705/69705>

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office ( Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение каждой темы курса предполагает следующие действия:

- 1) Посещение лекционных занятий;
- 2) Самостоятельная проработка изученного на лекции материала по конспекту и рекомендованной литературе;
- 3) Решение задач и работа на практических занятиях.

Лекционные занятия ориентированы на освещение основных тем курса и призваны сориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Работа на лекционных занятиях предполагает активное участие обучающегося в процессе освоения материала, ведение конспекта.

Самостоятельная работа является важнейшей компонентой изучения дисциплины «Методы математической физики» и включает в основном работу с конспектами лекций и рекомендованной литературой, решение задач.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется мультимедийное оборудование, компьютерный класс, оснащенный следующим программным обеспечением: Microsoft Office ( Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Методы математической физики»**

**Направление подготовки – 03.03.02 Физика**

**Экспериментальная физика**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
2	2 неделя	Подготовка к контрольной работе.	3	Контрольная работа
3	3 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
4	4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
5	5 неделя	Подготовка к контрольной работе.	3	Контрольная работа
6	6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
7	7 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
8	8 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
9	9 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
10	10 неделя	Подготовка к контрольной работе.	3	Контрольная работа
11	11 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
12	12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
13	13 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
14	14 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
15	15 неделя	Подготовка к контрольной работе.	3	Контрольная работа

16	16 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
17	17 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	3	Работа на семинарских занятиях
18	18 неделя	Подготовка к контрольной работе.	3	Контрольная работа
19		Подготовка к экзамену	54	Экзамен

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа помогает студентам:

1. овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и др. справочной литературой;
- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2. закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

#### **Самостоятельная работа на лекции**

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это



самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

#### *Работа с литературными источниками*

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

#### *Критерии оценки выполнения самостоятельной работы*

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотношение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- Работа на семинарских занятиях.

*Критерии оценки результатов самостоятельной работы.*

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Методы математической физики»**  
**Направление подготовки 03.03.02 Физика**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-8 - способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	Знает
Умеет		приводить к каноническому виду дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных
Владеет		навыками применения методов приведения к каноническому виду и интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
ПК-5 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	Знает	методы решения различных типов краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
	Умеет	применять методы решения краевых задач для различных типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных
	Владеет	навыками определения типа краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка в частных производных и выбрать соответствующий метод решения
ПК-7 - способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знает	методы решения различных типов дифференциальных уравнений с использованием специальных функций
	Умеет	использовать специальные математические функции при решении физических задач
	Владеет	навыками построения математических моделей физических явлений, формулирования краевых задач, применения специальных функций для решения краевых задач

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Классификация дифференциальных уравнений с частными	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 1-3
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	

	производными второго порядка		Владеет		
2	Раздел 2 Уравнения гиперболического типа	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 4-8
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
3	Раздел 3 Уравнения параболического типа	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 9-11
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
4	Раздел 4 Уравнения эллиптического типа.	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 12
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
5	Раздел 5 Цилиндрические функции	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 13-15
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
6	Раздел 6 Сферические функции	ОПК-8, ПК-5, ПК-7	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен, вопросы № 16-26
			Умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
--------------------------------	--------------------------------	----------	------------

ОПК-8 - способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	знает (пороговый уровень)	классификацию типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	знание классификации типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	способность перечислить и охарактеризовать типы дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.
	умеет (продвинутый)	приводить к каноническому виду дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных.	умение приводить к каноническому виду дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных.	способность определить тип и привести к каноническому виду дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных.
	владеет (высокий)	навыками применения методов приведения к каноническому виду и интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	владение навыками применения методов приведения к каноническому виду и интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	способность привести к каноническому виду и проинтегрировать дифференциальное уравнение второго порядка в частных производных.
ПК-5 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	знает (пороговый уровень)	методы решения различных типов краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	знание определений, основных понятий методов математической физики; базовые знания фундаментальных разделов математики, знание методов решения различных типов краевых задач для дифференциальных уравнений математической физики.	способность дать определения основных понятий математической физики; применить знания из фундаментальных разделов математики; применять методы решения различных типов краевых задач для дифференциальных уравнений математической физики.
	умеет (продвинутый)	применять методы решения краевых задач для различных типов дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	умеет использовать базовые знания фундаментальных разделов математики для решения уравнений математической физики.	способность использовать базовые знания фундаментальных разделов математики для решения уравнений математической физики.

	владеет (высокий)	навыками определения типа краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка в частных производных и выбора соответствующего метода решения.	владение навыками определения типа краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка в частных производных и выбора соответствующего метода решения.	способность определить тип краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка в частных производных, выбрать соответствующий метод решения и решить задачу.
ПК-7 - способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	знает (пороговый уровень)	методы решения различных типов дифференциальных уравнений с использованием специальных функций.	знает специальные функции и их применение в методах математической физики.	способность перечислить и доказать свойства специальных функций и обосновать их применение в решении задач по методам математической физики.
	умеет (продвинутый)	использовать специальные математические функции при решении физических задач	умеет использовать специальные математические функции при решении физических задач	способность использовать специальные функции в задачах математической физики;
	владеет (высокий)	навыками построения математических моделей физических явлений, формулирования краевых задач, применения специальных функций для решения краевых задач	владеет навыками построения математических моделей физических явлений, формулирования краевых задач, применения специальных функций для решения краевых задач	способность построить математическую модель изучаемого физического явления, сформулировать краевую задачу, применить специальных функций для ее решения.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы математической физики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: устного опроса, ведения конспекта, решения задач, контрольной работы.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методы математической физики» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов) и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины.

#### **Методы контроля:**

- Проведение контрольных работ.
- Тестирование.
- Экзамен.

#### **Интерактивные формы проведения занятий:**

- коллективное обсуждение методов решения задачи.
- коллективное построение моделей, описывающих физические задачи.

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Классификация уравнений с частными производными второго порядка.
2. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
3. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.



4. Уравнения гиперболического типа. Постановка краевых задач. Граничные и начальные условия. Редукция общей задачи.
5. Уравнения гиперболического типа. Метод распространяющихся волн.
6. Уравнения гиперболического типа. Метод разделения переменных. Однородные уравнения.
7. Уравнения гиперболического типа. Метод разделения переменных. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая задача.
8. Общая схема метода разделения переменных. Свойства собственных функций и собственных значений.
9. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.
10. Уравнения параболического типа. Постановка краевых задач. Граничные и начальные условия.
11. Уравнения параболического типа. Метод разделения переменных.
12. Колебания ограниченных объемов. Общая схема метода разделения переменных. Стоячие волны. Колебания прямоугольной мембраны.
13. Колебания круглой мембраны: разделение переменных и решение задачи.
14. Уравнение Бесселя. Представление решения степенными рядами. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя.
15. Различные типы цилиндрических функций. Функции Бесселя полуцелого порядка. Ортогональность и нормировка функций Бесселя. Сферические функции Бесселя и Неймана.
16. Полиномы Лежандра. Производящая функция. Дифференциальная формула. Рекуррентные соотношения. Уравнение Лежандра. Свойства полиномов Лежандра.
17. Присоединенные функции Лежандра. Свойства присоединенных полиномов Лежандра.
18. Гармонические полиномы. Сферические функции. Свойства сферических функций.
19. Задача Дирихле для сферы. Проводящая сфера в поле точечного заряда.
20. Поляризация шара в однородном поле.
21. Собственные колебания сферы.
22. Внешняя краевая задача для сферы.
23. Полиномы Чебышева-Эрмита. Производящая функция. Дифференциальная формула. Рекуррентные соотношения. Уравнение Чебышева-Эрмита. Свойства полиномов Чебышева-Эрмита.
24. Полиномы Чебышева-Лагерра. Производящая функция. Дифференциальная формула. Рекуррентные соотношения. Уравнение Чебышева-Лагерра. Свойства полиномов Чебышева-Лагерра.
25. Обобщенные полиномы Чебышева-Лагерра.

## 26. Дельта-функция. Гамма- и бета-функции.

### Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа естественных наук

ООП 03.03.02-Физика

Дисциплина Методы математической физики

Форма обучения очная

Семестр 4 2018 - 2019 учебного года

Реализующая кафедра Теоретической и ядерной физики

### Экзаменационный билет № 1

1. Классификация уравнений с частными производными второго порядка.
2. Уравнение Бесселя. Представление решения степенными рядами. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя.

Заведующий кафедрой

Ширмовский С.Э.

### Критерии оценки на экзамене по дисциплине «Методы математической физики»

Оценка **«отлично»** ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений,

процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Контрольная работа 1

#### Вариант 1

1. Дифференциальным уравнением в частных производных является

$$1. \frac{dy}{dx} = \frac{2xy}{x^2 + y^2} \quad 2. x^2 dx + z^2 = 0 \quad 3. x \frac{\partial z}{\partial x} + y \frac{\partial z}{\partial y} = z$$

2. Уравнение колебания струны

$$1. \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad 2. \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad 3. \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a \frac{\partial u}{\partial x}$$

3. Указать дифференциальное уравнение второго порядка

$$1. u^2 + x^2 = 4 \quad 2. u^2 + \frac{\partial u}{\partial x} = x^2 \quad 3. \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

4. Какие условия для функции  $u(x, t)$  являются начальными

$$1. u(1; t) = f(t) \quad 2. u(x, 0) = f(x) \quad 3. \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=1} = f(t)$$

5. Найти функцию  $u(x, y)$ , удовлетворяющую уравнению  $\frac{\partial u}{\partial y} = 3$

$$1. u(x, y) = 3y + \varphi(x) \quad 2. u(x, y) = 3x + \varphi(y) \quad 3. u(x, y) = 3y + C$$

6. Согласно методу Фурье решение дифференциального уравнения теплопроводности находят в виде

$$1. u(x, t) = \frac{X(x)}{T(t)} \quad 2. u(x, t) = X(x)T(t) \quad 3. u(x, t) = xt$$

## Контрольная работа 2

1. Решить задачу о собственных значениях (задачу Штурма-Лиувилля)

$$x'' + \lambda x = 0, x(0) = 0, x(l) = 0$$

1.  $X(x) = A \cos \sqrt{\lambda} x + B \sin \sqrt{\lambda} x$

2.

$$X(x) = A + B e^{-\sqrt{\lambda} x}$$

$$3. \lambda_n = \frac{\pi^2 n^2}{l^2}, X_n(x) = B \sin \frac{\pi n}{l} x, n = 1, 2, \dots$$

2. Уравнение теплопроводности для стационарного случая

$$1. \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad 2. \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0 \quad 3. \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

3. Уравнение гиперболического типа

1.  $u_{xx} - u_{yy} = F$

2.  $u_{xx} + u_{yy} = F$

3.  $u_{xx} = F$

## Критерии оценки контрольной работы

### Отметка "Отлично"

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

### Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

### Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

### Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Решение и объяснение построены не верно.

## Контрольная работа 3 (тестирование)

### Тест 1

(80%) ОПРЕДЕЛИТЕ ВИД УРАВНЕНИЯ, КАНОНИЧЕСКАЯ ФОРМА ЗАПИСИ КОТОРОГО ИМЕЕТ ВИД  $u_{\eta\eta} = -f/\bar{a}_{22}$ .

- 1) параболическое
- 2) гиперболическое
- 3) эллиптическое

- 4) ультрагиперболический
5. (80%) Если дискриминант характеристического уравнения  $D = a_{12}^2 - a_{11} a_{22}$  больше нуля, то уравнение  $a_{11} u_{xx} + 2 a_{12} u_{xy} + a_{22} u_{yy} = f(u_x, u_y, u, x, y)$  является уравнением
- 1) параболического типа
  - 2) эллиптического типа
  - 3) гиперболического типа
  - 4) ультрагиперболический
9. (80%) УКАЖИТЕ НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
- 1)  $u_x(x, 0) = 0$
  - 2)  $u(0, t) = 0$
  - 3)  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,
  - 4)  $u_t(x, 0) = \psi(x)$
13. (80%) УКАЖИТЕ УРАВНЕНИЕ ЛАПЛАСА
- 1)  $u_{tt} = a^2 \Delta u$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$
17. (80%) УРАВНЕНИЕ МАЛЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ МЕМБРАНЫ ИМЕЕТ ВИД:
- 1)  $u_{tt} = a^2 (u_{xx} + u_{yy}) + f(x, t)$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$
21. (80%) НЕОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧЕЙ КОШИ ДЛЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ
- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$   $u(x, 0) = \varphi(x)$ ;  $u_t(x, 0) = \psi(x)$ ;  $-\infty < x < \infty$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$ ;  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,  $0 < x < \infty$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\Delta u = F(x, y, z)$
25. (60%) ОБЩАЯ ПЕРВАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ:
- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$ ;  $0 < x < l$   $u(x, 0) = \varphi(x)$ ;  $u_t(x, 0) = \psi(x)$ ;  $u(0, t) = \mu_1(t)$ ;  $u(l, t) = \mu_2(t)$ .
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$ ;  $u(x, 0) = \varphi(x)$ ,  $0 < x < l$ ;  $u(0, t) = \mu_1(t)$   $u(l, t) = \mu_2(t)$ .
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\Delta u = F(x, y, z)$
29. (20%) ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ ОРТОГОНАЛЬНЫ МЕЖДУ СОБОЙ С ВЕСОМ
- 1)  $a^2$
  - 2) 1
  - 3) r
33. (60%) ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ И НЕЙМАНА НУЛЕВОГО ПОРЯДКА ПРИ СТРЕМЛЕНИИ АРГУМЕНТА К НУЛЮ ВЕДУТ СЕБЯ ТАК

- 1)  $J_0 \rightarrow 0; N_0 \rightarrow 0$
  - 2)  $J_0 \rightarrow 0; N_0 \rightarrow 1$
  - 3)  $J_0 \rightarrow 1; N_0 \rightarrow -\infty$
  - 4)  $J_0 \rightarrow 1; N_0 \rightarrow 0$
37. (50%) НЕОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧЕЙ КОШИ ДЛЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЗАДАЧА:
- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t); u(x, 0) = \varphi(x); u_t(x, 0) = \psi(x); -\infty < x < \infty$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u; u(x, 0) = \varphi(x), u_t(x, 0) = \psi(x); 0 < x < \infty$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\Delta u = F(x, y, z)$
41. (30%) ОБЩИЙ ИНТЕГРАЛ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ НЕОГРАНИЧЕННОЙ СТРУНЫ  $U_{\xi\eta}(\xi, \eta) = 0$  ИМЕЕТ ВИД:
- 1)  $U(\xi, \eta) = f_1(\xi) + f_2(\eta)$ .
  - 2)  $U(\xi, \eta) = f_1(\xi \eta) + f_2(\eta)$ .
  - 3)  $U(\xi, \eta) = f_1(\xi^2) + f_2(\eta^2)$ .
  - 4)  $U(\xi, \eta) = f(\xi + \eta)$
45. (80%) СОБСТВЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ НАЗЫВАЮТ
- 1) те значения параметра  $\lambda$ , при которых существуют нетривиальные решения задачи
  - 2) значения параметра  $\lambda$
  - 2) соответствующие собственным значения нетривиальные решения задачи.
  - 3) любые решения уравнения.
49. (20%) СОБСТВЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ  $X''(x) + \lambda X(x) = 0; X'(0) = X'(L) = 0$  ЯВЛЯЮТСЯ
- 1)  $X(x) = \sin(n\pi x/L)$
  - 2)  $X(x) = \cos(n\pi x/L)$
  - 3)  $X(x) = \operatorname{tg}(n\pi x/L)$
  - 4)  $X(x) = \operatorname{ctg}(n\pi x/L)$

**ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ**

111 (30%) ПОЛИНОМЫ ЛЕЖАНДРА  $P_n(x)$  ОБЛАДАЮТ СЛЕДУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ:

- 1) обращаются в нуль только при  $x=0$ ;
  - 2) являются собственными функциями уравнения Лежандра;
  - 3) на отрезке  $[-1, 1]$  имеют  $n$  нулей
  - 4) являются ограниченными функциями
  - 5) неограниченно возрастают при стремлении  $x$  к 0
  - 6) ортогональны между собой на отрезке  $[-1, 1]$  с весом равным 1;
115. (30%) ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ  $n$ -ГО ПОРЯДКА ОБЛАДАЮТ СЛЕДУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ
- 1) обращаются в нуль в точке  $r=0$ ;
  - 2) являются собственными функциями уравнения  $r[rR']' + (\lambda r^2 - n^2)R(r) = 0; R(r_0) = 0; |R(0)| < \infty; 0 \leq r < r_0$ ;
  - 3) на промежутке  $0 < x < \infty$  имеют  $n$  нулей

- 4) являются ограниченными функциями
  - 5) возрастают при  $x \rightarrow \infty$  не быстрее, чем конечная степень  $x$ ;
  - 6) ортогональны между собой на отрезке  $(0, r_0)$  с весом равным  $r$ ;
119. (50%) ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ НЕОБХОДИМО:
- (5) получить уравнение для временной части решения;
  - (2) получить задачу Штурма-Лиувилля;
  - (1) представить решение в виде произведения двух функций, одна из которых зависит от координат, а другая от времени;
  - (3) получить собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля ;
  - (4) решение уравнения и неоднородность разложить в ряд по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля;
  - (6) решить полученное неоднородное дифференциальное уравнение;

### Тест 2

(80%) ОПРЕДЕЛИТЕ ВИД УРАВНЕНИЯ, КАНОНИЧЕСКАЯ ФОРМА ЗАПИСИ КОТОРОГО ИМЕЕТ ВИД:  $u_{\alpha\alpha} - u_{\beta\beta} = -f/\bar{a}_{12}$

- 1) параболическое
  - 2) гиперболическое
  - 3) эллиптическое
  - 4) ультрагиперболический
7. (80%) УКАЖИТЕ ОДНОРОДНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПЕРВОГО РОДА
- 1)  $u_x(0,t)=0$
  - 2)  $u(0,t)=0$
  - 3)  $u_t(0,t)=0$
  - 4)  $u_t(x,0)=0$
11. (80%) УКАЖИТЕ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
- 1)  $u_{tt}=a^2\Delta u$
  - 2)  $\rho u_t=k\Delta u$
  - 3)  $\Delta u=0$
  - 4)  $\rho u_{tt}=k u_{xx}$
15. (80%) УРАВНЕНИЕ МАЛЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ ИМЕЕТ ВИД:
- 1)  $u_{tt}=a^2 u_{xx} + f(x,t)$
  - 2)  $\rho u_t=k\Delta u$
  - 3)  $\Delta u=0$
  - 4)  $\rho u_t=k u_{xx}$
  - 3)  $x y''(x) + (1-x) y'(x) + \lambda y(x) = 0$
  - 4)  $y''(x) - 2x y'(x) + [\lambda - m^2/(1-x^2)] y(x) = 0$
103. (80%) НЕТРИВИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ЧЕБЫШЕВА-ЭРМИТА  $y''(x) - 2x y'(x) + \lambda y(x) = 0$ ;  $-\infty < x < \infty$  СУЩЕСТВУЮТ
- 1) при  $\lambda = 2n$ ;  $y(x) = H_n(x)$
  - 2) при  $\lambda = n$ ;  $y(x) = L_n(x)$

- 3) при  $\lambda=n(n+1)$ ;  $y(x)=P_n(x)$
  - 4) при  $\lambda=n(n+1)$ ;  $y(x)=P_n^{(m)}(x)$
107. (50%) СФЕРИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ ЯВЛЯЮТСЯ ФУНКЦИИ:
- 1)  $Y_n^{(m)}(\theta, \varphi)=P_n^{(m)}(\cos\theta)\sin m\varphi$ ;  $Y_n^{(-m)}(\theta, \varphi)=P_n^{(m)}(\cos\theta)\cos m\varphi$
  - 2)  $Y_n^{(-m)}(\theta, \varphi)=P_n^{(m)}(\cos\theta)$
  - 3)  $Y_n^{(-m)}(\theta, \varphi)=\sin m\varphi$ ;  $Y_n^{(m)}(\theta, \varphi)=\cos m\varphi$
  - 4)  $Y_n^{(m)}(\theta, \varphi)=\cos m\varphi$

**ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ**

**111 (30%) ПОЛИНОМЫ ЛЕЖАНДРА  $P_n(x)$  ОБЛАДАЮТ СЛЕДУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ:**

- 1) обращаются в нуль только при  $x=0$ ;
- 2) являются собственными функциями уравнения Лежандра;
- 3) на отрезке  $[-1, 1]$  имеют  $n$  нулей
- 4) являются ограниченными функциями
- 5) неограниченно возрастают при стремлении  $x$  к  $0$
- 6) ортогональны между собой на отрезке  $[-1, 1]$  с весом равным  $1$ ;

**115. (30%) ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ  $n$ -ГО ПОРЯДКА ОБЛАДАЮТ СЛЕДУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ**

- 1) обращаются в нуль в точке  $r=0$ ;
- 2) являются собственными функциями уравнения  $r[rR']' + (\lambda r^2 - n^2)R(r)=0$ ;  $R(r_0)=0$ ;  $|R(0)| < \infty$ ;  $0 \leq r < r_0$ ;
- 3) на промежутке  $0 < x < \infty$  имеют  $n$  нулей
- 4) являются ограниченными функциями
- 5) возрастают при  $x \rightarrow \infty$  не быстрее, чем конечная степень  $x$ ;
- 6) ортогональны между собой на отрезке  $(0, r_0)$  с весом равным  $r$ ;

**УПОРЯДОЧИТЕ ПО ПОРЯДКУ ВЫПОЛНЕНИЯ**

**119. (50%) ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ НЕОБХОДИМО:**

- (5) получить уравнение для временной части решения;
- (2) получить задачу Штурма-Лиувилля;
- (1) представить решение в виде произведения двух функций, одна из которых зависит от координат, а другая от времени;
- (3) получить собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля ;
- (4) решение уравнения и неоднородность разложить в ряд по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля;
- (6) решить полученное неоднородное дифференциальное уравнение;



80%) Если дискриминант характеристического уравнения  $D = a_{12}^2 - a_{11} a_{22}$  равен нулю, то уравнение  $a_{11} u_{xx} + 2 a_{12} u_{xy} + u_{yy} = f(u_x, u_y, u, x, y)$  является уравнением

- 1) параболического типа
- 2) эллиптического типа
- 3) гиперболического типа
- 4) ультрагиперболический

8. (80%) УКАЖИТЕ ОДНОРОДНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ВТОРОГО РОДА

- 1)  $u_x(0, t) = 0$
- 2)  $u(0, t) = 0$
- 3)  $u_t(0, t) = 0$
- 4)  $u_t(x, 0) = 0$

12. (80%) УКАЖИТЕ ВОЛНОВОЕ УРАВНЕНИЕ

- 1)  $u_{tt} = a^2 \Delta u$
- 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
- 3)  $\Delta u = 0$
- 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$

16. (80%) УРАВНЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕЙ И СТРУН ИМЕЕТ ВИД:

- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$
- 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
- 3)  $\Delta u = 0$
- 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$

20. (80%) ОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧЕЙ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ

- 1)  $u_{tt} = a^2 \Delta u; u(x, 0) = \varphi(x); u_t(x, 0) = \psi(x); 0 < x < \infty$
- 2)  $\rho u_t = u_{xx}; u(x, 0) = \varphi(x), -\infty < x < \infty$
- 3)  $\Delta u = 0$
- 4)  $\Delta u = F(x, y, z)$

24. (80%) УКАЖИТЕ НЕОДНОРОДНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ВТОРОГО РОДА

- 1)  $u_x(0, t) = v_1(t); u_x(L, t) = v_2(t)$
- 2)  $u(0, t) = \mu_1(t); u(L, t) = \mu_2(t);$
- 3)  $u_t(0, t) = 0$
- 4)  $u_t(x, 0) = 0$

28. (80%) ОБЩАЯ ВТОРАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx}; 0 < x < 1; u(x, 0) = \varphi(x); u_t(x, 0) = \psi(x); u(0, t) = \mu_1(t); u(1, t) = \mu_2(t).$
- 2)  $u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t); 0 < x < 1; u(x, 0) = \varphi(x); u_x(0, t) = v_1(t); u_x(1, t) = v_2(t)$
- 3)  $\Delta u = 0$
- 4)  $\Delta u = F(x, y, z)$

32. (40%) ФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФОРМУЛЫ ДАЛАМБЕРА:

- 1) суперпозиция двух волн, одна из которых распространяется направо со скоростью  $a$ , вторая - налево с той же скоростью.
- 2) отклонение двух волн
- 3) фазовая характеристика колебаний.
- 4) общий интеграл уравнения
36. (30%) ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТЬЮ НАЗЫВАЕТСЯ:
  - 1) координатная плоскость  $x$ .
  - 2) плоскость состояний  $(x,t)$ .
  - 3) плоскость, созданная областью изменения смещений.
40. (60%) ЗАДАЧА О КОЛЕБАНИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ СТРУНЫ РЕШАЕТСЯ:
  - 1) методом разделения переменных.
  - 2) методом распространяющихся волн.
  - 3) методом итерации.
  - 4) метод последовательного приближения.
44. (80%) СОБСТВЕННЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ НАЗЫВАЮТ
  - 1) те значения параметра  $\lambda$ , при которых существуют нетривиальные решения задачи
  - 2) значения параметра  $\lambda$
  - 3) нетривиальные решения уравнения.
  - 4) любые решения уравнения, соответствующие граничным условиям.
48. (20%) СОБСТВЕННЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ  $X''(x) + \lambda X(x) = 0; X'(0) = X'(L) = 0$  ЯВЛЯЮТСЯ:
  - 1)  $\lambda = (n\pi/2L)^2$
  - 2)  $\lambda = (2n\pi/L)^2$
  - 3)  $\lambda = (n\pi/L)^2$
  - 4)  $\lambda = (n\pi/L)$
52. (50%) СОБСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ  $X''(x) + \lambda X(x) = 0; X(0) = X(L) = 0$ 
  - 1) ортогональны между собой с весом равным 1
  - 2) ортогональны между собой с весом равным  $x$
  - 3) ортогональны между собой с весом равным  $x^2$
  - 4) не ортогональны между собой
56. (20%) ЗАВИСИМОСТЬ РЕШЕНИЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ ОТ ВРЕМЕНИ ИМЕЕТ ВИД:
  - 1)  $T_n(t) = A_n \cos(a \lambda^{1/2} t) + B_n \sin(a \lambda^{1/2} t)$
  - 2)  $T_n(t) = A_n \cos t + B_n \sin t$
  - 3)  $T_n(t) = A_n \exp(-a^2 n\pi t/l)$
  - 4)  $T_n(t) = A_n \exp(-a^2 n\pi t/l) + B_n \exp(a^2 n\pi t/l)$

**УПОРЯДОЧИТЕ ПО ПОРЯДКУ ВЫПОЛНЕНИЯ**

120. (50%) ДЛЯ ОПИСАНИЯ МАЛЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ НЕОБХОДИМО:
- (2) сформулировать начальные и граничные условия задачи;

- (1) записать уравнение малых поперечных колебаний струны;
- (4) провести анализ решения
- (3) решить полученную краевую задачу;

#### Тест 4.

80%) Если дискриминант характеристического уравнения  $D = a_{12}^2 - a_{11} a_{22}$  равен нулю, то уравнение  $a_{11} u_{xx} + 2 a_{12} u_{xy} + a_{22} u_{yy} = f(u_x, u_y, u, x, y)$  является уравнением

- 1) параболического типа
  - 2) эллиптического типа
  - 3) гиперболического типа
  - 4) ультрагиперболический
8. (80%) УКАЖИТЕ ОДНОРОДНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ВТОРОГО РОДА
- 1)  $u_x(0, t) = 0$
  - 2)  $u(0, t) = 0$
  - 3)  $u_t(0, t) = 0$
  - 4)  $u_t(x, 0) = 0$
12. (80%) УКАЖИТЕ ВОЛНОВОЕ УРАВНЕНИЕ
- 1)  $u_{tt} = a^2 \Delta u$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$
16. (80%) УРАВНЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕЙ И СТРУН ИМЕЕТ ВИД:
- 1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$
  - 2)  $\rho u_t = k \Delta u$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 4)  $\rho u_t = k u_{xx}$
20. (80%) ОДНОРОДНОЙ ЗАДАЧЕЙ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ
- 1)  $u_{tt} = a^2 \Delta u; u(x, 0) = \varphi(x); u_t(x, 0) = \psi(x); 0 < x < \infty$
  - 2)  $\rho u_t = u_{xx}; u(x, 0) = \varphi(x), -\infty < x < \infty$
  - 3)  $\Delta u = 0$
  - 5)  $\Delta u = F(x, y, z)$
24. (80%) УКАЖИТЕ НЕОДНОРОДНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ВТОРОГО РОДА
- 1)  $u_x(0, t) = v_1(t); u_x(L, t) = v_2(t)$
  - 2)  $u(0, t) = \mu_1(t); u(L, t) = \mu_2(t);$
  - 3)  $u_t(0, t) = 0$
  - 4)  $u_t(x, 0) = 0$
28. (80%) ОБЩАЯ ВТОРАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

1)  $u_{tt} = a^2 u_{xx}$ ;  $0 < x < l$   $u(x,0) = \varphi(x)$ ;  $u_t(x,0) = \psi(x)$ ;  $u(0,t) = \mu_1(t)$   $u(l,t) = \mu_2(t)$ . 2)  $u_t = a^2 u_{xx} + f(x,t)$ ;  $0 < x < l$   $u(x,0) = \varphi(x)$ , ;  $u_x(0,t) = v_1(t)$ ,  $u_x(l,t) = v_2(t)$

3)  $\Delta u = 0$

4)  $\Delta u = F(x,y,z)$

32. (40%) ФИЗИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФОРМУЛЫ ДАЛАМБЕРА:

1) суперпозиция двух волн, одна из которых распространяется направо со скоростью  $a$ , вторая - налево с той же скоростью.

2) отклонение двух волн

3) фазовая характеристика колебаний.

4) общий интеграл уравнения

36. (30%) ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТЬЮ НАЗЫВАЕТСЯ:

1) координатная плоскость  $x$ .

2) плоскость состояний  $(x,t)$ .

3) плоскость, созданная областью изменения смещений.

40. (60%) ЗАДАЧА О КОЛЕБАНИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ СТРУНЫ РЕШАЕТСЯ:

1) методом разделения переменных.

2) методом распространяющихся волн.

3) методом итерации.

4) метод последовательного приближения.

44. (80%) СОБСТВЕННЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ НАЗЫВАЮТ

1) те значения параметра  $\lambda$ , при которых существуют нетривиальные решения задачи

2) значения параметра  $\lambda$

3) нетривиальные решения уравнения.

4) любые решения уравнения, соответствующие граничным условиям.

48. (20%) СОБСТВЕННЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ  $X''(x) + \lambda X(x) = 0$ ;  $X'(0) = X'(L) = 0$  ЯВЛЯЮТСЯ:

1)  $\lambda = (n\pi/2L)^2$

2)  $\lambda = (2n\pi/L)^2$

3)  $\lambda = (n\pi/L)^2$

4)  $\lambda = (n\pi/L)$

### УПОРЯДОЧИТЕ ПО ПОРЯДКУ ВЫПОЛНЕНИЯ

120. (50%) ДЛЯ ОПИСАНИЯ МАЛЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ НЕОБХОДИМО:

(2) сформулировать начальные и граничные условия задачи;

(1) записать уравнение малых поперечных колебаний струны;

(4) провести анализ решения

(3) решить полученную краевую задачу;

## **Критерии оценки тестовых работ**

**Отметка "Отлично"**

Выполнено 86-100 % заданий

**Отметка "Хорошо"**

Выполнено 75-85 % заданий

**Отметка "Удовлетворительно"**

Выполнено 61-74 % заданий

**Отметка "Неудовлетворительно"**

Выполнено менее 61% заданий



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по дисциплине «Методы математической физики»  
Направление подготовки 03.03.02 Физика  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2018**

1. Н.Я. Александрова Сборник задач по методам математической физики. - Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2014. 34 с.
2. Н.Я. Александрова Сборник задач по методам математической физики. В 2 ч. Ч. 1- Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2014 36 с.
3. Н.Я. Александрова Сборник задач по методам математической физики. В 2 ч. Ч. 2- Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2014 46 с.