МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**
Проректор по учебной работе ____________ Г.Ю. Нагорная
«30» 03 20__г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Уравнения математической физики

**Уровень образовательной программы** бакалавриат

**Направление подготовки** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)** Прикладная математика и информатика

**Форма обучения** очная

**Срок освоения ОП** 4 года

**Институт** Прикладной математики и информационных технологий

**Кафедра разработчик РПД** Математика

**Выпускающая кафедра** Математика

| | | |
|---|---|---|
| Начальник учебно-методического управления | ____________ | Семенова Л.У. |
| Директор института ПМ и ИТ | ____________ | Тебуев Д.Б. |
| Заведующий выпускающей кафедрой | ____________ | Кочкаров А.М. |

**г. Черкесск, 2022 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Уравнения математической физики» являются:
- формирование у обучающихся научного представления об основных понятиях уравнений математической физики, а также о методах их исследования;
- усвоение обучающимися фундаментальных понятий уравнений математической физики;
- овладение обучающимися основными методами постановки и решения задач уравнении математической физики.

При этом ***задачами*** дисциплины являются:
- приобрести и систематизировать знания по основным разделам уравнений математической физики;
- усвоение методов решения задач уравнений математической физики;
- формирование умений содержательно интерпретировать полученные результаты;
- формирование представления о месте и роли уравнений математической физики в современном мире;
- формирование системы основных понятий, используемых для описания уравнений математической физики и методов поиска их решений, и раскрытие взаимосвязи этих понятий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Уравнения математической физики» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

**Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций**

| № п/п | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---|---|
| 1. | Математический анализ | Научно – исследовательская работа |
| 2. | Физика | |
| 3. | Комплексный анализ | |

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

| № п/п | Номер/ индекс компетенции | Наименование компетенции (или ее части) | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук<br>ОПК-1.2 Использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук<br>ОПК-1.3 Осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| **Вид учебной работы** | | **Всего часов** | **Семестры** | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **№ 5** | **№ 6** |
| | | | **Часов** | |
| 1 | | 2 | 3 | 4 |
| **Аудиторная контактная работа (всего)** | | 108 | 54 | 54 |
| В том числе: | | | | |
| Лекции (Л) | | 72 | 36 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 36 | 18 | 18 |
| **Контактная внеаудиторная работа,** *В том числе:* | | 3,5 | 1,5 | 2 |
| Индивидуальные и групповые консультации | | | | |
| **Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)** | | 86 | 52 | 34 |
| Расчетно-графические работы (РГР) | | 20 | 12 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | | 16 | 10 | 6 |
| Работа с электронными источниками | | 16 | 10 | 6 |
| Подготовка к коллоквиуму | | 16 | 10 | 6 |
| Подготовка к тестированию | | 18 | 10 | 8 |
| **Промежуточная аттестация** | Зачет с оценкой (ЗаО) | ЗаО (0,5) | ЗаО (0,5) | - |
| | В том числе: прием зачета с оценкой | 0,5 | 0,5 | - |
| | экзамен (Э) **в том числе:** | Э (18) | - | Э (18) |
| | Прием экз., час. | 0,5 | - | 0,5 |
| | Консультация, час. | 2 | - | 2 |
| | СРО, час. | 15,5 | - | 15,5 |
| | | | | |
| **ИТОГО: Общая трудоемкость** | **Часов** | 216 | 108 | 108 |
| | **зачетных единиц** | 6 | 3 | 3 |

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

| № п/п | Наименование раздела (темы) дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающегося (в часах) | | | | | Формы текущей и промежуточной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | ЛР | ПЗ | СРО | Всего | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| **Семестр 5** | | | | | | | |
| 1. | Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | 10 | - | 6 | 12 | 28 | Коллоквиум, контрольные вопросы, расчетно-графические работы (РГР), проверка практических заданий. |
| 2 | Раздел 2. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебаний струны. | 10 | - | 6 | 12 | 28 | Коллоквиум, контрольные вопросы, Расчетно-графические работы (РГР) проверка практических заданий. |
| 3 | Раздел 3. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | 8 | - | 2 | 14 | 24 | Коллоквиум, контрольные вопросы, проверка практических заданий. |
| 4 | Раздел 4. Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | 8 | - | 4 | 14 | 26 | контрольные вопросы, проверка практических заданий, расчетно-графические работы (РГР) |
| 5 | Контактная внеаудиторная работа | | | | | 1,5 | индивидуальные и групповые консультации |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Промежуточная аттестация | | | | | 0,5 | Зачет с оценкой |
| **Итого часов в 5 семестре** | | 36 | - | 18 | 52 | 108 | |
| **Семестр 6** | | | | | | | |
| 7 | Раздел 5. Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | 6 | - | - | 10 | 16 | тестирование |
| 8 | Раздел 6. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | 8 | - | 6 | 8 | 22 | Коллоквиум, контрольные вопросы, расчетно-графические работы (РГР), проверка практических заданий. |
| 9 | Раздел 7. Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | 10 | - | 6 | 8 | 24 | Коллоквиум, расчетно-графические работы (РГР), тестовый контроль |
| 10 | Раздел 8. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | 12 | - | 6 | 8 | 26 | Итоговый тестовый контроль |
| 11 | Промежуточная аттестация | | | | | 18 | Экзамен |
| 12 | Контактная внеаудиторная работа | | | | | 2 | индивидуальные и групповые консультации |
| **Итого часов в 6 семестре:** | | 36 | - | 16 | 34 | 108 | |
| **Всего:** | | 68 | - | 36 | 85 | 216 | |

### 4.2.2. Лекционный курс

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы лекции | Содержание лекции | Всего часов |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Семестр 5** | | | | |
| 1. | Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Тема 1.1 Основные понятия теории дифференциальных уравнений в частных производных. | Уравнения первого порядка. Общее решение. Квазилинейные уравнения. Уравнения второго порядка. Основные определения | **4** |
| | | Тема 1.2 Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Приведение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами с двумя независимыми переменными. | **6** |
| 2. | Раздел 2. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебаний струны. | Тема 2.1 Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. | Понятие о начальных и граничных условиях. Типы граничных условий. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных гиперболического типа. Волновое уравнение. | **4** |
| | | Тема 2.2 Задача Коши для уравнения колебаний струны. | Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула Даламбера. | **6** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3. | Раздел 3. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | Тема 3.1 Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны с однородными граничными условиями. Задача Штурма-Лиувилля. Математическое обоснование метода Фурье. | **8** |
| 4. | Раздел 4. Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | Тема 4.1 Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. | Решение смешанной краевой задачи для неоднородного уравнения колебаний струны. Функция Грина. | **4** |
| | | Тема 4.2 Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | Постановка задачи Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | **4** |
| **Итого часов в 5 семестре:** | | | | **36** |
| **Семестр 6** | | | | |
| 5. | Раздел 5. Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | Тема 5.1 Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | Вывод уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами, уравнения Шредингера одномерного осциллятора. | **6** |
| 6. | Раздел 6. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | Тема 6.1 Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. | Виды граничных условий. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. | **4** |
| | | Тема 6.2 Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | **4** |
| 7. | Раздел 7. Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | Тема 7.1 Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | Метод Фурье решения первой краевой задачи однородными граничными условиями. Математическое обоснование метода. Однородная первая краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности. | **10** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности. | |
| 8. | Раздел 8. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | Тема 8.1 Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. | Внутренняя и внешняя задачи Дирихле, задача Неймана, задача с косой производной для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. | **4** |
| | | Тема 8.2 Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. Формула Пуассона. | **8** |
| **Итого часов в 6 семестре:** | | | | **36** |
| **Всего:** | | | | **72** |

**4.2.3. Лабораторный практикум не предполагается**

**4.2.4. Практические занятия**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование практического занятия | Содержание практического занятия | Всего часов |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Семестр 5** | | | | |
| 1. | Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | **6** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Раздел 2. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебаний струны. | Задача Коши для уравнения колебаний струны | Решение задачи Коши для уравнения колебаний струны. | **6** |
| 3 | Раздел 3. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны с однородными граничными условиями. Задача Штурма-Лиувилля. Математическое обоснование метода Фурье. | **2** |
| 4 | Раздел 4. Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | Общая первая краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. | Решение общей первой краевой задачи для неоднородного уравнения колебаний струны. | **4** |
| **Итого часов в 5 семестре:** | | | | **18** |
| **Семестр 6** | | | | |
| 5 | Раздел 6. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | Однородная первая краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности. | Решение однородной первой краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности. | **6** |
| 6 | Раздел 7. Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. | Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности. | **6** |
| 7 | Раздел 8. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | Задача Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | **6** |
| **Итого часов в 6 семестре:** | | | | **18** |
| **Всего:** | | | | **36** |

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| № п/п | Наименование раздела (темы) дисциплины | № п/п | Виды СРО | Всего часов |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Семестр 5** | | | | |
| 1. | Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | 1.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 4 |
| | | 1.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 1.3. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 1.4. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 1.5. | Подготовка к тестированию | 2 |
| 2. | Раздел 2. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебаний струны. | 2.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 2.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 2.3. | Работа с электронными источниками | 4 |
| | | 2.4. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 2.5. | Подготовка к тестированию | 2 |
| 3. | Раздел 3. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | 3.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 3.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 4 |
| | | 3.3. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 3.4. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 3.5. | Подготовка к тестированию | 4 |
| 4. | Раздел 4. Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | 4.1 | Расчетно-графические работы (РГР) | 4 |
| | | 4.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 4.3. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 4.4. | Подготовка к коллоквиуму | 4 |
| | | 4.5. | Подготовка к тестированию | 2 |
| **Итого часов в 5 семестре:** | | | | 52 |
| **Семестр 6** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5. | Раздел 5.<br>Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами.<br>Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | 5.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 5.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 5.3. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 5.4. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 5.5. | Подготовка к тестированию | 2 |
| 6. | Раздел 6.<br>Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.<br>Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | 6.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 6.2. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 6.3. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 6.4. | Подготовка к тестированию | 2 |
| 7. | Раздел 7.<br>Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | 7.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 7.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 7.3. | Работа с электронными источниками | 2 |
| | | 7.4. | Подготовка к тестированию | 2 |
| 8. | Раздел 8.<br>Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | 8.1. | Расчетно-графические работы (РГР) | 2 |
| | | 8.2. | Подготовка к практическим занятиям (ПЗ) | 2 |
| | | 8.3. | Подготовка к коллоквиуму | 2 |
| | | 8.4. | Подготовка к тестированию | 2 |
| **ИТОГО часов в 6 семестре:** | | | | 34 |
| **Всего** | | | | 86 |

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

Лекции составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывают состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся использование мультимедиа аппаратуры.

Лекция является исходной формой всего учебного процесса, играет направляющую и организующую роль в самостоятельном изучении предмета. Важнейшая роль лекции заключается в личном воздействии лектора на аудиторию.

Основная дидактическая цель лекции - обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. Построение лекций по дисциплине «Уравнения математической физики» осуществляется на основе принципов научности (предполагает воспитание диалектического подхода к изучаемым предметам и явлениям, диалектического мышления, формирование правильных представлений, научных понятий и умения точно выразить их в определениях и терминах, принятых в науке)

На лекциях раскрываются основные теоретические аспекты, приводятся примеры реализации на практике, освещается достигнутый уровень формализации деятельности по автоматизации процессов.

Специфической чертой изучения данного курса является то, что приобретение умений и навыков работы невозможно без систематической тренировки, которая осуществляется на практических занятиях.

Основное внимание в лекции сосредотачивается на глубоком, всестороннем раскрытии главных, узловых, наиболее трудных вопросов темы. Уже на начальном этапе подготовки лекции решается вопрос о соотношении материалов учебника и лекции.

Для того чтобы лекция для обучающегося была продуктивной, к ней надо готовиться. Подготовка к лекции заключается в следующем:
- узнать тему лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
- прочитать учебный материал по учебнику и учебным пособиям,
- уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- выписать основные термины,
- ответить на контрольные вопросы по теме лекции,
- уяснить, какие учебные элементы остались неясными,
- записать вопросы, которые можно задать лектору на лекции.

В ходе лекционных занятий обучающийся должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Указания по конспектированию лекций:
- не нужно стараться записать весь материал, озвученный преподавателем. Как правило, лектором делаются акценты на ключевых моментах лекции для начала конспектирования;
- конспектирование необходимо начинать после оглашением главной мысли лектором, перед началом ее комментирования;

- выделение главных мыслей в конспекте другим цветом целесообразно производить вне лекции с целью сокращения времени на конспектирование на самой лекции;
- применение сокращений приветствуется;
- нужно избегать длинных и сложных рассуждений;
- дословное конспектирование отнимает много времени, поэтому необходимо опускать фразы, имеющие второстепенное значение;
- если в лекции встречаются неизвестные термины, лучше всего отметить на полях их существование, оставить место для их пояснения и в конце лекции задать уточняющий вопрос лектору.

Конспектирование и рецензирование, таким образом, это процесс выделения основных мыслей текста, его осмысления и оценки содержащейся в нем информации. Данный вид учебной работы является видом индивидуальной самостоятельной работы обучающегося.

### 5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям (не предусмотрено)

### 5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям

В процессе подготовки и проведения практических занятий обучающиеся закрепляют полученные ранее теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, опыт рациональной организации учебной работы, готовятся к сдаче экзамена.

Поскольку активность на практических занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует ответственного отношения.

При подготовке к занятию в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы для самопроверки по соответствующей теме.

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний обучающихся по соответствующей теме.

Выходной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Подготовку к практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучение обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий.

Предлагается следующая опорная схема подготовки к практическим занятиям.

1. Ознакомление с темой практического занятия. Выделение главного (основной темы) и второстепенного (подразделы, частные вопросы темы).

2. Освоение теоретического материала по теме с опорой на лекционный материал, учебник и другие учебные ресурсы. Самопроверка: постановка вопросов, затрагивающих основные термины, определения и положения по теме, и ответы на них.

3. Выполнение практического задания. Обнаружение основных трудностей, их решение с помощью дополнительных интеллектуальных усилий и/или подключения дополнительных источников информации.

4. Решение типовых заданий расчетно-графической работы.

Обучающийся при подготовке к практическому занятию может консультироваться с преподавателем и получать от него наводящие разъяснения, задания для самостоятельной работы.

Дидактические цели практического занятия: углубление, систематизация и закрепление знаний, превращение их в убеждения; проверка знаний; привитие умений и навыков самостоятельной работы с книгой; развитие культуры речи, формирование умения аргументировано отстаивать свою точку зрения, отвечать на вопросы слушателей; умение слушать других, задавать вопросы.

Задачи: стимулировать регулярное изучение программного материала, первоисточников; закреплять знания, полученные на уроке и во время самостоятельной работы; обогащать знаниями благодаря выступлениям товарищей и учителя на занятии, корректировать ранее полученные знания.

Функции практического занятия:

-учебная (углубление, конкретизация, систематизацию знаний, усвоенных во время занятий и в процессе самостоятельной подготовки к семинару);

- развивающая (развитие логического мышления учащихся обучающихся, приобретение ими умений работать с различными литературными источниками, формирование умений и навыков анализа фактов, явлений, проблем и т.д.);

- воспитательная (воспитание ответственности, работоспособности, воспитание культуры общения и мышления, привитие интереса к изучению предмета, формирование потребности рационализации и учебно-познавательной деятельности и организации досуга)

- диагностическая -коррекционную и контролирующую (контроль за качеством усвоения обучающимися учебного материала, выявление пробелов в его усвоении и их преодоления)

- организация самостоятельной работы обучающихся содержит объяснение содержания задачи, методики его выполнения, краткую аннотацию рекомендованных источников информации, предложения по выполнению индивидуальных заданий.

## 5.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает различные формы индивидуальной учебной деятельности: конспектирование научной литературы, сбор и анализ практического материала в СМИ, проектирование, выполнение тематических и творческих заданий и пр. Выбор форм и видов самостоятельной работы определяется индивидуально-личностным подходом к обучению совместно преподавателем и обучающимся. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Уравнения математической физики» включает в себя различные виды деятельности:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);
- составление плана текста;
- конспектирование текста;
- работа со словарями и справочниками;
- ознакомление с нормативными документами;
- исследовательская работа;
- использование аудио- и видеозаписи;
- работа с электронными информационными ресурсами;
- выполнение тестовых заданий;
- ответы на контрольные вопросы;
- аннотирование, реферирование, рецензирование текста;
- составление глоссария или библиографии по конкретной теме;

• решение задач и упражнений.

**Работа с литературными источниками и интернет ресурсами**

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

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 обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

**Методические рекомендации для подготовки к тестированию**

Тесты - это задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. Готовясь к тестированию, необходимо проработать информационный материал по дисциплине.

Обучающемуся необходимо проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы; четко выясните все условия тестирования заранее.

Приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные. В процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

**Промежуточная аттестация**

По итогам 5 семестра проводится зачет с оценкой, 6 семестра проводится экзамен. При подготовке к сдаче зачета с оценкой и экзамена рекомендуется пользоваться материалами лекции и практических занятий, и материалами, изученными в ходе текущей самостоятельной работы.

Зачет с оценкой и экзамен проводятся в устной или письменной форме.

### 5.5 Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа оформляется в распечатанном или рукописном варианте. Номер варианта выбирается по порядковому номеру списка обучающихся. РГР с другим номером варианта не зачитываются. Работа выполняется аккуратно, в случае рукописного оформления чтение ее не должно вызывать затруднений.

РГР должна состоять из титульного листа и основной части. Допускается включение в работу приложений, содержащих таблицы, рисунки, полученные на компьютере. На титульном листе обязательно указывается наименование дисциплины, ФИО обучающегося, группа, вариант задания, ФИО преподавателя. Выполненная и оформленная работа должна быть представлена преподавателю не позднее, чем за 10 дней до начала сессии.

В основной части РГР до решения каждой задачи должны быть представлены собственные данные: вариант задания, формулировка задания, численные значения, соответствующие своему варианту. Далее должно быть представлено решение с расшифровкой формул и последовательности действий. Все вычисления сначала представляются в виде расчетных формул, затем в формулы подставляются численные значения и записывается ответ с указанием единиц измерений (без промежуточных расчетов). Все вычислительные процедуры следует производить с точностью до 0,01.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| **№ п/п** | **Виды учебной работы** | **Образовательные технологии** | **Всего часов** |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Семестр 5 | | | |
| 1 | *Лекция 2*. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Лекция – информация. Презентация | *6* |
| 2 | *Практическое занятие 1.* Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | Учебно-исследовательская работа обучающихся. Решение задач. | *6* |
| 3 | *Практическое занятие 2.* Задача Коши для уравнения колебаний струны | Учебно-исследовательская работа обучающихся. Решение задач. | *6* |
| 4 | *Практическое занятие 3.* Общая первая краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. | Учебно-исследовательская работа обучающихся. Решение задач. | *4* |
| **Итого часов в 5 семестре:** | | | *22* |
| Семестр 6 | | | |
| 5 | *Лекция 2*.<br>Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | Лекция – информация. Презентация | *8* |
| **Итого часов в 6 семестре:** | | | *8* |
| **Всего:** | | | *30* |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

**Основная литература**


1. Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик, Д. В. Вагин [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 60 c. — ISBN 978-5-7782-2971-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91581.html
2. Щербакова, Ю. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, М. А. Миханьков. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 c. — ISBN 978-5-9758-1795-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/81065.html
3. Дополнительные главы математического анализа. Уравнения математической физики : учебное пособие / Л. А. Баданина, Н. В. Сванидзе, А. Л. Трескунов, Г. В. Якунина. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 189 c. — ISBN 978-5-9227-0777-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/80746.html
4. Алашеева, Е. А. Уравнения математической физики : учебное пособие / Е. А. Алашеева. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 162 c. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/71896.html


**Дополнительная литература**


1. Куликов, Г. М. Метод Фурье в уравнениях математической физики : учебное пособие / Г. М. Куликов, А. Д. Нахман. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 c. — ISBN 978-5-4486-0196-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/71568.html (дата обращения: 03.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/71568

2. Пичугин, Б. Ю. Уравнения математической физики : курс лекций / Б. Ю. Пичугин, А. Н. Пичугина. — Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016. — 180 c. — ISBN 978-5-7779-1976-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/59669.html


### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

http://window.edu.ru- Единое окно доступа к образовательным ресурсам;
http:// fcior.edu.ru - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
http://elibrary.ru - Научная электронная библиотека.

### 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

| Лицензионное программное обеспечение | Реквизиты лицензий/ договоров |
|---|---|
| Microsoft Azure Dev Tools for Teaching | Идентификатор подписчика: 1203743421 |
| 1. Windows 7, 8, 8.1, 10 | Срок действия: 30.06.2022 |

| | |
|---|---|
| 2. Visual Studio 2008, 2010, 2013, 2019<br>5. Visio 2007, 2010, 2013<br>6. Project 2008, 2010, 2013<br>7. Access 2007, 2010, 2013 и т. д. | <br>(продление подписки) |
| MS Office 2003, 2007, 2010, 2013 | Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073<br>Лицензия бессрочная |
| Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite | Лицензионный сертификат<br>Серийный № 8DVG-V96F-H8S7-NRBC<br>Срок действия: с 20.10.2022 до 22.10.2023 |
| Цифровой образовательный ресурс IPRsmart | Лицензионный договор № 10423/23П от 30.06.2023 г.<br>Срок действия: с 01.07.2023 г. до 01.07.2024г. |

Свободное программное обеспечение:
WinDjView, Sumatra PDF, 7-Zip

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

**1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.**
Специализированная мебель:
Кафедра настольная – 1 шт., парты – 31 шт., стулья – 54 шт., доска меловая – 1 шт.
Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:
Проектор – 1 шт.
Экран рулонный настенный – 1 шт.
Ноутбук – 1 шт.
**2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**
Специализированная мебель:
Кафедра настольная - 1шт., парты - 15шт., стулья – 40 шт., доска – 2 шт., стол преподавательский – 2 шт., шкаф книжный с полками – 1 шт., шкаф двухдверный - 1шт., лаб. стол – 1 шт.
Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории:
Настенный экран – 1 шт.
Проектор – 1 шт.
Ноутбук – 1 шт.
Специализированная мебель:
Кафедра настольная – 1 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул мягкий – 1 шт., парты – 16 шт., стулья – 32 шт., доска меловая – 1 шт., шкаф двухдверный – 1 шт.
Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:
Экран на штативе – 1 шт.
Проектор – 1 шт.
Ноутбук – 1 шт.
**3. Помещение для самостоятельной работы.**
Библиотечно-издательский центр.

Отдел обслуживания печатными изданиями
Специализированная мебель: Рабочие столы на 1 место – 21 шт. Стулья – 55 шт. Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: экран настенный – 1 шт.
Проектор – 1шт. Ноутбук – 1шт.
Информационно-библиографический отдел.
Специализированная мебель:
Рабочие столы на 1 место - 6 шт. Стулья - 6 шт.
Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «СевКавГА»:
Персональный компьютер – 1шт. Сканер – 1 шт. МФУ – 1 шт.
Отдел обслуживания электронными изданиями Специализированная мебель:
Рабочие столы на 1 место – 24 шт. Стулья – 24 шт.
Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:
Интерактивная система - 1 шт. Монитор – 21 шт. Сетевой терминал -18 шт. Персональный компьютер -3 шт. МФУ – 2 шт. Принтер –1шт.

**4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.**
Специализированная мебель: Шкаф – 1 шт., стул -2 шт., кресло компьютерное – 2 шт., стол угловой компьютерный – 2 шт., тумбочки с ключом – 2 шт. Учебное пособие (персональный компьютер в комплекте) – 2 шт.

### 8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером,
2. рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами.

### 8.3. Требования к специализированному оборудованию

*Нет.*

## 9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

Приложение 1

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ** **Уравнения математической физики**

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Уравнения математической физики**

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Индекс | Формулировка компетенции |
|---|---|
| ОПК – 1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности |

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

| **Разделы (темы ) дисциплины** | **Формируемые компетенции (коды)** |
|---|---|
| | ОПК-1 |
| Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | + |
| Тема 1.1 Основные понятия теории дифференциальных уравнений в частных производных. | + |
| Тема 1.2 Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными. | + |
| Раздел 2. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебаний струны. | + |
| Тема 2.1 Постановка краевых задач для уравнений в частных производных второго порядка гиперболического типа. | + |
| Тема 2.2 Задача Коши для уравнения колебаний струны. | + |
| Раздел 3. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | + |
| Тема 3.1 Метод разделения переменных решения | + |

| | |
|---|---|
| смешанной задачи для уравнения колебаний струны. | |
| Раздел 4.<br>Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | + |
| Тема 4.1 Смешанная краевая задача для неоднородного уравнения колебаний струны. | + |
| Тема 4.2 Задача Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения. | + |
| Раздел 5.<br>Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | + |
| Тема 5.1 Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора. | + |
| Раздел 6.<br>Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | + |
| Тема 6.1 Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. | + |
| Тема 6.2 Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | + |
| Раздел 7.<br>Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | + |
| Тема 7.1 Решение первой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. | + |
| Раздел 8.<br>Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | + |
| Тема 8.1 Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа. | + |
| Тема 8.2 Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа. | + |

## 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

### ОПК – 1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

| Индикаторы достижения компетенции | Критерии оценивания результатов обучения | | | | Средства оценивания результатов обучения | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Неудовлетв | удовлетв | хорошо | отлично | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук | Не обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук | Частично обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук | Демонстрирует сформированные, но имеющие отдельные пробелы базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук | Коллоквиум, контрольные вопросы, тестирование, расчетно-графическая работа | Зачет с оценкой<br>Экзамен |
| ОПК-1.2 Использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Не использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Частично использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Хорошо использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Отлично использует в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук | Коллоквиум, контрольные вопросы, тестирование, расчетно-графическая работа | Зачет с оценкой<br>Экзамен |
| ОПК-1.3 Осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений | Не осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений | Частично осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений | Хорошо осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений | Осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений | Коллоквиум, контрольные вопросы, тестирование, расчетно-графическая работа | Зачет с оценкой<br>Экзамен |

## 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

### Вопросы к зачету с оценкой

по дисциплине Уравнения математической физики

1. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.
2. Квазилинейные уравнения.
3. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.
4. Приведение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду.
5. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами с двумя независимыми переменными.
7. Понятие о начальных и граничных условиях.
8. Типы граничных условий.
9. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных гиперболического типа.
10. Волновое уравнение.
11. Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула Даламбера.
12. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны с однородными граничными условиями.
13. Задача Штурма-Лиувилля.
14. Решение смешанной краевой задачи для неоднородного уравнения колебаний струны. Функция Грина.
15. Постановка задачи Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения.

## Вопросы к экзамену

по дисциплине Уравнения математической физики

1. Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами.
2. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора.
3. Виды граничных условий.
4. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.
5. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.
6. Метод Фурье решения первой краевой задачи однородными граничными условиями. Математическое обоснование метода.
7. Однородная первая краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности.
8. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности.
9. Уравнение Лапласа.
10. Гармонические функции.
11. Связь гармонических функций с аналитическими функциями комплексной переменной.
12. Свойства гармонических функций
13. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле, задача Неймана, задача с косой производной для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа.
14. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа.
15. Формула Пуассона.

Задачи к экзамену:

1. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

2. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |

3. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $2\sqrt{2}$ | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |

4. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $\sqrt{3}$ | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

5. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $\sqrt{2}$ | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |

6. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

7. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| $\sqrt{2}$ | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

8. Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 4 | 3 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| -2 | 2 | 2 | -1 | 0 | 0 | 1 |

9. Найти решение задачи
   $u_{tt} = 9u_{xx} + \sin x, \quad u(x,0) = 1, \quad u_t(x,0) = 1.$
10. Найти решение уравнения
    $xU_x + U_y - xU = 0$
11. Найти уравнение характеристик для дифференциального уравнения
    $U_{xx} - 2U_{xy} - 8U_{yy} = 0$
12. Найти решение уравнения $U_{tt} = a^2U_{xx}$ при начальном отклонении $U(x,0) = e^{-x^2}$ и начальной скорости $U_t(x,0) = 0$
13. Найти решение уравнения $U_{tt} = 16U_{xx}$ при начальном отклонении $U(x,0) = \frac{1}{x}$ и начальной скорости $U_t(x,0) = 0$
14. Найти решение уравнения $U_{tt} = a^2U_{xx}$ при начальном отклонении $U(x,0) = x$ и начальной скорости $U_t(x,0) = 0$
15. Найти решение задачи

$$u_{tt} = 4u_{xx}, \quad u(x,0) = 11\cos 6\pi x, \quad u_t(x,0) = 0, \quad u(0,t) = u(2,t) = 0.$$

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Математика»

20__ - 20__ учебный год

Экзаменационный билет № _**1**_

по дисциплине Уравнения математической физики

для обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

1. Формула Даламбера.

2.Приведение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду.

3.Задача.

Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Зав. кафедрой Кочкаров А.М.

## Контрольные вопросы

по дисциплине Уравнения математической физики

**Вопросы к разделу 1.**

1. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.
2. Квазилинейные уравнения.
3. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.
4. Приведение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду.
5. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами с двумя независимыми переменными.

**Вопросы к разделу 2.**

1. Понятие о начальных и граничных условиях.
2. Типы граничных условий.
3. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных гиперболического типа.
4. Волновое уравнение.
5. Задача Коши для уравнения колебаний струны.
6. Формула Даламбера.

**Вопросы к разделу 3.**

1. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны.
2. Задача Штурма-Лиувилля.

**Вопросы к разделу 4.**

1. Решение смешанной краевой задачи для неоднородного уравнения колебаний струны. Функция Грина.
2. Постановка задачи Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения.

**Вопросы к разделу 5.**

1. Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами.
2. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора.

**Вопросы к разделу 6.**

1. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.
2. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.

**Вопросы к разделу 7.**

1. Метод Фурье решения первой краевой задачи однородными граничными условиями. Математическое обоснование метода.
2. Однородная первая краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности.
3. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности.
4. Уравнение Лапласа.
5. Гармонические функции.
6. Связь гармонических функций с аналитическими функциями комплексной переменной.
7. Свойства гармонических функций

**Вопросы к разделу 8.**

1. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле, задача Неймана, задача с косой производной для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа.
2. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа.
3. Формула Пуассона.

# Тестовые задания

по дисциплине «Уравнения математической физики»

№ 1. Решение $u = u(x)$ дифференциального уравнения в частных производных непрерывное в области его задания вместе со своими частными производными, входящими в это уравнение называется
1) регулярным
2) обобщенным
3) слабым
4) общим

№2. Уравнение
$u_{xx} - 6u_{xy} + 10u_{yy} + u_x - 3u_y = 0$
является уравнением
1) гиперболического типа
2) параболического типа
3) эллиптического типа
4) смешанного типа

№ 3. Функция гармоническая внутри единичного круга и такая, что $u|_{r=1} = \sin^3\varphi$ равна
1) $3\sin\varphi + r^2\sin 3\varphi$
2) $\frac{r}{4}\left(3\sin\varphi - r^2\sin 3\varphi\right)$
3) $r\left(3\sin 2\varphi - r^2\sin 3\varphi\right)$
4) $3\sin\varphi - r^2\sin 3\varphi$

№ 4. Знак выражения $a_{12}^2 - a_{11}a_{22}$ определяет для уравнения
$a_{11}u_{xx} + a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + F = 0$
1) Порядок
2) Степень
3) Тип
4) Вид

№ 5. Формула
$$u(x,y) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}}\int_{-\infty}^{\infty} f(\xi)e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2t}}d\xi$$
называется
1) Интегралом Пуассона
2) Формулой Даламбера
3) функцией влияния

4) формулой Грина

№ 6. Уравнение

$$yu_{xx} + u_{yy} = 0$$

является уравнением
1) гиперболического типа
2) параболического типа
3) эллиптического типа
4) смешанного типа

№ 7. Выражение $u_{\eta\eta} = \Phi(\xi, \eta, u, u_{\xi}, u_{\eta})$ является канонической формой уравнения
1) гиперболического типа
2) параболического типа
3) эллиптического типа
4) смешанного типа

№ 8. Задача: Найти решение уравнения $\Delta u = -f(x, y, z)$ с условиями $u = f$ на $\Sigma$ называется задачей
1) Коши
2) Первой краевой задачей
3) Гурса
4) Второй краевой задачей

№ 9. Задача: Найти решение уравнения $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x,t)$ для $-\infty < x < \infty, t > 0$ с начальными условиями $\left.\begin{array}{l} u(x,0) = \varphi(x), \\ u_t(x,0) = \psi(t), \end{array}\right\}$ при $-\infty < x < \infty$ называется задачей
1) Дирихле
2) Коши
3) Гурса
4) Дарбу

№ 10

Уравнение вида $\dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$ называется уравнением
1) Лапласа
2) теплопроводности
3) колебания струны
4) Трикоми

№ 11
Уравнение вида

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x,y)$$

называется уравнением
1) Лапласа
2) неоднородным уравнением теплопроводности
3) неоднородным уравнением колебания струны

4) телеграфным

№ 12
Функция
$$G(x,\xi,t)=\frac{2}{l}\sum_{n=1}^{\infty}e^{-(\frac{\pi n}{l})^2 a^2 t}\sin\frac{\pi n}{l}x\sin\frac{\pi n}{l}\xi$$
называется функцией
1) Мгновенного точечного источника
2) Грина
3) Фурье
4) Гаусса

№ 13
Действительная и мнимая части аналитической функции удовлетворяют уравнению
1) Лапласа
2) теплопроводности
3) колебания струны
4) телеграфному

№ 14
Граничные условия первого рода $u(0,t)=\mu(t)$ определяют
1) заданную скорость
2) заданное упругое закрепление
3) заданную силу
4) заданный режим

№ 15
Формула
$$u(x,y)=\frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2}+\frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}\psi(z)dz$$
называется формулой
1) Грина
2) Пуассона
3) Коши
4) Даламбера

№ 16
Функции u и v удовлетворяющие условию Коши-Римана, являются  функциями
1) температурного влияния
2) Фурье
3) мультииндекса
4) сопряженными гармоническими

№ 17
Выражение
$$u_{\xi\xi}+u_{\eta\eta}=\Phi(\xi,\eta,u,u_\xi,u_\eta)$$
является канонической формой уравнения
1) гиперболического типа
2) параболического типа

3) эллиптического типа
4) смешанного типа

№ 18
Обыкновенное дифференциальное уравнение
$a_{11}dy^2 - 2a_{12}dxdy + a_{22}dx^2 = 0$
для уравнения
$a_{11}u_{xx} + a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + F = 0$
называется уравнением
1) Линейным
2) Квазилинейным
3) Характеристик
4) Пуассона

№ 19
Задача: Найти решение уравнения
$\Delta u = -f(x, y, z)$
с условиями $\frac{\partial u}{\partial n} = f_2$ на $\Sigma$, называется задачей
1)Коши
2) Первой краевой задачей
3) Гурса
4) Второй краевой задачей

№ 20
Неоднородное уравнение Лапласа называют уравнением
1) Пуассона
2) Пуанкаре
3) Фурье
4) Гурса

№ 21
Если функция в данной области имеет непрерывные производные до второго порядка и удовлетворяет уравнению Лапласа, то эту функцию называют

1) Аналитической
2) гармонической
3) Бесселя
4) Грина

№ 22
Задача: Найти решение уравнения $u_{xy} = f(x, y)$ принимающее значение
$$\left.\begin{aligned} u(x,0) &= \varphi_1(x), \\ u(0, y) &= \varphi_2(x), \end{aligned}\right\}$$

на прямых $x = 0$ и $y = 0$ являющихся характеристиками уравнения $u_{xy} = f(x, y)$, называется задачей
1) Пуанкаре

2) Неймана
3) Дирихле
4) Гурса

№ 23
Решением задачи

$$u_{tt} = 4u_{xx}, \quad u(x,0) = 11\cos 6\pi x, \quad u_t(x,0) = 0, \quad u(0,t) = u(2,t) = 0.$$

является

1) $u(x,t) = \frac{44}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2k+1}{(2k-11)(2k+13)}\cos(2k+1)\pi t\sin\frac{\pi(2k+1)}{2}x.$

2) $u(x,t) = \frac{44}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2k+1}{(2k+11)(2k+13)}\cos(2k+1)\pi t\sin\frac{\pi(2k+1)}{2}x.$

3) $u(x,t) = \frac{44}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2k+1}{(2k-11)(2k-13)}\cos(2k+1)\pi t\sin\frac{\pi(2k+1)}{2}x.$

4) $u(x,t) = \frac{44}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2k+1}{(2k+11)(2k-13)}\cos(2k+1)\pi t\sin\frac{\pi(2k+1)}{2}x.$

№ 24
Нерегулярное решение называют
1) классическим
2) сильным
3) обобщенным
4) тривиальным

№ 25
Решением задачи

$$u_{tt} = 9u_{xx} + \sin x, \quad u(x,0) = 1, \quad u_t(x,0) = 1.$$

является

1) $u(x,t) = 1 + t + \frac{1}{18}\cos x\sin 3t$

2) $u(x,t) = 1 + t - \frac{1}{18}\cos x\sin 3t$

3) $u(x,t) = 1 - t + \frac{1}{18}\cos 3x\sin t$

4) $u(x,t) = 1 + t - \frac{1}{18}\cos 3x\sin t$

№ 26
Решение уравнения колебания струны Utt = a2Uxx с начальным отклонением U(x,0) = j(x) и начальной скоростью Ut(x,0) = y(x) записывается в виде U(x,t) = $\frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2}$ +

$\frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}$y(x)dx. Тогда решение уравнения Utt = Uxx при начальном отклонении U(x,0) = 0 и начальной скорости Ut (x,0) =x имеет вид

1) U(x,t) = xt
2) U(x,t) = $t^2$
3) U(x,t) = x
4) U(x,t) = $x^2t^2$

№ 27.

Уравнение с частными производными второго порядка вида $\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \cdot (\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2})$, где U - неизвестная функция, a > 0 - постоянная - это

1) уравнение вынужденных колебаний струны
2) уравнение теплопроводности на плоскости
3) уравнение свободных колебаний струны
4) уравнение теплопроводности в пространстве

№ 28

Даны два утверждения: 1) уравнение $x^2(U_x)^2 – z^2(U_y)^2 + y^2(U_z)^2 = 0$ имеет второй порядок, 2) уравнение $(U_{xx})^2 + x^2(U_{yy})^2 - y^2(U_{zz})^2 = 0$ имеет второй порядок. Утверждения

1) первое неверно, второе верно
2) оба верны
3) первое верно, второе неверно
4) оба неверны

№ 29

Решение уравнения колебания струны $U_{tt} = a^2U_{xx}$ с начальным отклонением U(x,0) = j(x) и начальной скоростью $U_t$(x,0) = y(x) записывается в виде U(x,t) = $\frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2} + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}$y(x)dx. Тогда решение уравнения $U_{tt} = a^2U_{xx}$ при начальном отклонении U(x,0) =0 и начальной скорости $U_t$ (x,0) =$\frac{1}{1+x^2}$ имеет вид

1) U(x,t) = $\frac{1}{2}[\frac{1}{1+(x-at)^2} + \frac{1}{1+(x+at)^2}]$
2) U(x,t) = $\frac{1}{2a}$(arctg(x+at) - arctg(x-at))
3) U(x,t) = $\frac{1}{2a}$(arcsin(x+at) - arcsin(x-at))
4) U(x,t) = $\frac{1}{2a}$(arccos(x+at) - arccos(x-at))

№ 30

Верны ли утверждения?

А) В задаче Штурма-Лиувилля функции $X_n = \sin pnx$ являются собственными функциями задачи Штурма-Лиувилля

В) Первую краевую задачу для уравнения теплопроводности можно решить методом Фурье

Выберите правильный ответ

1) А – да, В – да
2) А – нет, В – нет
3) А – да, В – нет
4) А – нет, В – да

№ 31 Краевая задача DU = 0, $\left.\frac{\partial U}{\partial n}\right|_{Г}$= g(S), S ⊂ Г называется

1) задачей Штурма-Лиувилля
2) третьей краевой задачей
3) задачей Неймана
4) задачей Дирихле

№ 32. Найти решение уравнения $U_t = U_{xx}$, $0 < x < 1$, $0 < t < \infty$ , удовлетворяющее граничным условиям $U(0, t) = U(1, t) = 0$, $0 < t < \infty$, и начальному условию $U(x, 0)=\varphi(x)$, $0 \le x \le 1$. Данная задача является

1) задачей Пуассона для уравнения теплопроводности
2) задачей Штурма-Лиувилля
3) второй краевой задачей для уравнения теплопроводности
4) первой краевой задачей для уравнения теплопроводности

№ 33. Гиперболический тип имеет уравнение

1) $5U_{xx} + 2U_{xy} - U_{yy} = 0$
2) $3U_{xx} + U_{yy} - U_{xy} = 0$
3) $U_{xx} + U_{yy} = 0$
4) $4U_{xx} - 8U_{xy} + 4U_{yy} = 0$

№ 34

Решение уравнения колебания струны $U_{tt} = a^2U_{xx}$ с начальным отклонением U(x,0) = j(x) и начальной скоростью $U_t(x,0)$ = y(x) записывается в виде U(x,t) = $\frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2} + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}$y(x)dx. Тогда решение уравнения $U_{tt} = a^2U_{xx}$ при начальном отклонении U(x,0) = x и начальной скорости $U_t$ (x,0) =0 имеет вид

1) $U(x,t) = x^2 – a^2t^2$
2) $U(x,t) = x$
3) $U(x,t) = 2x^2 + a^2t^2$
4) $U(x,t) = t^2$

№ 35

Решение уравнения колебания струны $U_{tt} = a^2U_{xx}$ с начальным отклонением $U(x,0) = \phi(x)$ и начальной скоростью $U_t(x,0) = y(x)$ записывается в виде $U(x,t) = \frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2} + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at} y(x)dx$. Тогда решение уравнения $U_{tt} = 16U_{xx}$ при начальном отклонении $U(x,0) = \frac{1}{x}$ и начальной скорости $U_t(x,0) = 0$ имеет вид

1) $U(x,t) = \frac{xt}{x^2-4t^2}$
2) $U(x,t) = \frac{x}{x^2-16t^2}$
3) $U(x,t) = \frac{t}{x^2-16t^2}$
4) $U(x,t) = \frac{1}{8}\ln\left|\frac{x+4t}{x-4t}\right|$

№ 36

Фундаментальным решением уравнения теплопроводности $U_t = a^2U_{xx}$ в области $\{(x,t): x\in(-\infty,\infty), t\in(0,\infty)\}$ является функция вида

1) $f_\xi(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi t}}e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4t}}$
2) $U(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi t}}\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\xi)e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4t}}d\xi$
3) $U(x,t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}}\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\xi)e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2t}}d\xi$
4) $f_\xi(x,t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}}e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2t}}$

№ 37

Укажите, какие утверждения верны:

A) $U_t = a^2 U_{xx}$ - уравнение теплопроводности

B) $U_t = a^2 (U_{xx} + U_{yy})$ - волновое уравнение

1) A - да, B – да
2) A - нет, B – да
3) A - нет, B – нет
4) A - да, B – нет

№ 38

Решение уравнения колебания струны $U_{tt} = a^2 U_{xx}$ с начальным отклонением $U(x,0) = j(x)$ и начальной скоростью $U_t(x,0) = y(x)$ записывается в виде $U(x,t) = \dfrac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2} + \dfrac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at} y(x)dx$. Тогда решение уравнения $U_{tt} = a^2 U_{xx}$ при начальном отклонении $U(x,0) = e^{-x^2}$ и начальной скорости $U_t(x,0) = 0$ имеет вид

1) $U(x,t) = \dfrac{1}{2}(e^{-(x+at)^2} - e^{-(x-at)^2})$

2) $U(x,t) = \dfrac{1}{2}(e^{-x^2+at} + e^{-x^2-at})$

3) $U(x,t) = \dfrac{1}{2}(e^{-(x+at)^2} + e^{-(x-at)^2})$

4) $U(x,t) = \dfrac{1}{2a}(e^{-(x+at)^2} - e^{-(x-at)^2})$

№ 39. Эллиптический тип имеет ур\внение

1) $3U_{xx} – 2U_{xy} - U_{yy} = 0$

2) $3U_{xy} + 4U_{yy} = 0$

3) $U_{xx} + 2U_{xy} + 3U_{yy} = 0$

4) $4U_{xx} - 4U_{xy} + U_{yy} = 0$

№ 40

Граничные условия первого рода для уравнения теплопроводности

1) определяют тепловой поток на концах стержня
2) означают, что на концах стержня задана температура
3) соответствуют случаю, когда через концы стержня происходит теплообмен с окружающей средой по закону Ньютона
4) означают, что на концах стержня заданы режимы колебаний

№ 41

Уравнение теплопроводности на плоскости имеет вид

1) $U_{tt} = a^2 U_{xx}$

2) $U_{xx} = a^2 U_{yy}$

3) $U_t = a^2 U_{xx}$

4) $U_t = a^2(U_{xx} + U_{yy})$

№ 42

Уравнение Лапласа на плоскости имеет вид

1) $U_{xx} = U_{yy}$
2) $U_x = U_{yy}$
3) $U_{xx} + U_{yy} = 0$
4) $U_{xx} = U_{yy} + U_{zz}$

№ 43

Верны ли утверждения?

А) Задача Коши для уравнения теплопроводности - задача об отыскании решения уравнения теплопроводности, удовлетворяющего начальному условию – заданному распределению температуры

В) Задача Неймана - (вторая краевая задача) для уравнения Лапласа (Пуассона) - задача об отыскании решения уравнения Лапласа (или уравнения Пуассона), удовлетворяющего условию Неймана на границе области

1) А – нет, В – нет
2) А – нет, В - да
3) А – да, В – да
4) А – да, В – нет

№ 44

Граничные условия третьего рода для уравнения теплопроводности

1) определяют тепловой поток на концах стержня
2) соответствуют случаю, когда через концы стержня происходит теплообмен с окружающей средой по закону Ньютона
3) означают, что на концах стержня заданы режимы колебаний
4) означают, что на концах стержня задана температура

№ 45

Волновое уравнение в пространстве имеет вид:

1) $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 (\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2})$
2) $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 (\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2})$
3) $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$
4) $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = f(x, y, U, U_x, U_y)$

№ 46

__ - метод решения дифференциальных уравнений, который позволяет от одного уравнения перейти к нескольким уравнениям, но с меньшим числом независимых переменных

1) Метод интегральных преобразований
2) Метод дифференциальных преобразований
3) Метод разделения переменных
4) Метод преобразования Фурье

№ 47.
Если f(x) нечетная функция, то преобразования Фурье переходят в
1) синус – преобразования
2) котангенс – преобразования
3) тангенс – преобразования
4) косинус – преобразования

№ 48.
Верны ли утверждения?

А) Уравнение $U_{xx} + x^2U_y + zU = 0$ имеет первый порядок

В) Уравнение $y^2U_x + xU_y + (zU_z)^2 = 0$ имеет первый порядок

Подберите правильный ответ

1) А – да, В – нет
2) А – да, В – да
3) А – нет, В – нет
4) А – нет, В – да

№ 49.
Представление функции в виде $f(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty d\alpha \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\cos\alpha(t-x)dt$ – это
1) Функция Лапласа
2) Функция Хэвисайда
3) Фурье-изображение
4) Интеграл Фурье функции

№ 50
Дополнительные условия, которым должно удовлетворять решение нестационарного уравнения в начальный момент времени, называются
1) Однородными
2) Неоднородными
3) Конечными
4) Начальными

№ 51
Решением уравнения $U_{xx} - U_{yy} = 0$ является функция
1) $U = x^2 + 2y$
2) $U = x^2 – y^2$
3) $U = (x – y)^2$
4) $U = 2x + 2y^2$

№ 52

Дополнительные условия, которым должно удовлетворять решение дифференциального уравнения на границе области (в частности, на концах интервала (a, b)) - это

1) начальные условия
2) дифференциальные условия
3) конечные условия
4) граничные условия

№ 53

Интеграл Фурье четной функции f(x) имеет вид

1) $F(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\cos(sx)dx$
2) $F(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} f(x)e{-}xsdx$
3) $f(x) = \int_0^{+\infty} a(u)\cos uxdu$, где $a(u) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\infty} f(t)\cos utdt$
4) $f(x) = \int_0^{+\infty} b(u)\sin uxdu$, где $b(u) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\infty} f(t)\sin utdt$

№ 54

Уравнения характеристик для дифференциального уравнения $U_{xx} - 2U_{xy} - 8U_{yy} = 0$

1) $\frac{dy}{dx} = -4, \frac{dy}{dx} = 2$
2) $\frac{dy}{dx} = 2, \frac{dy}{dx} = 8$
3) $\frac{dy}{dx} = 1, \frac{dy}{dx} = -2$
4) $\frac{dy}{dx} = -4, \frac{dy}{dx} = 6$

№ 55.

Решением уравнения $xU_x + U_y - xU = 0$ является функция

1) $U = ye^{x + y}$
2) $U = xe^{x + y}$
3) $U = ye^{x - y}$
4) $U = xe^{x - y}$

№ 56

Уравнение Бесселя нулевого порядка имеет вид:

1) $y'' + \frac{1}{x}y' + (1 - \frac{1}{x^2})y = 0$

2) $y'' + \frac{1}{x} y' - y = 0$

3) $y'' + \frac{1}{x} y' + y = 0$

4) $y'' + \frac{1}{x^2} y' + y = 0$

№ 57

Волной называется

1) граница между возмущенной и невозмущенной областями среды
2) процесс передвижения импульса по струне
3) процесс передвижения отклонения по струне
4) колебание, при котором все точки струны одновременно достигают максимального положения и одновременно проходят положение равновесия

№ 58

Верны ли утверждения?

А) $U_t = a^2 U_{xx}$ – уравнение теплопроводности.

Б) $U_t = a^2(U_{xx} + U_{yy})$ – волновое уравнение.

1) А - нет, Б - да
2) А – да, Б - да
3) А - да, Б – нет
4) А - нет, Б – нет

№ 59

Оператор Лапласа в полярных координатах равен

1) $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}$

2) $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}$

3) $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}$

4) $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}$

№ 60

Уравнение колебаний круглой мембраны в полярных координатах имеет вид

1) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}\right)$, где u – отклонение

2) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}\right)$, где u – отклонение

3) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}\right)$, где u – отклонение

4) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2\left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}\right)$, где u – отклонение

# Вопросы для коллоквиумов

по дисциплине _Уравнения математической физики_

**Вопросы к разделу 1.**

1. Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка.
2. Квазилинейные уравнения.
3. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.
4. Приведение дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду.
5. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.
6. Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами с двумя независимыми переменными.

**Вопросы к разделу 2.**

1. Понятие о начальных и граничных условиях.
2. Типы граничных условий.
3. Постановка краевых задач для уравнений в частных производных гиперболического типа.
4. Волновое уравнение.
5. Задача Коши для уравнения колебаний струны.
6. Формула Даламбера.

**Вопросы к разделу 3.**

1. Метод разделения переменных решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны.
2. Задача Штурма-Лиувилля.

**Вопросы к разделу 4.**

1. Решение смешанной краевой задачи для неоднородного уравнения колебаний струны. Функция Грина.
2. Постановка задачи Гурса для линейного неоднородного гиперболического уравнения.

**Вопросы к разделу 5.**

1. Уравнение Гельмгольца с постоянными коэффициентами.
2. Уравнение Шредингера одномерного осциллятора.

**Вопросы к разделу 6.**

1. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности.
2. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.

**Вопросы к разделу 7.**

1. Метод Фурье решения первой краевой задачи однородными граничными условиями. Математическое обоснование метода.

2. Однородная первая краевая задача для неоднородного уравнения теплопроводности.
3. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности.
4. Уравнение Лапласа.
5. Гармонические функции.
6. Связь гармонических функций с аналитическими функциями комплексной переменной.
7. Свойства гармонических функций

**Вопросы к разделу 8.**

1. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле, задача Неймана, задача с косой производной для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка эллиптического типа.
2. Решение задачи Дирихле в круге для уравнения Лапласа.
3. Формула Пуассона.

Задание расчетно-графической работы

по дисциплине _Уравнения математической физики_

Привести к канонической форме уравнение вида

$a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + b_1u_x + b_2u_y + cu + f = 0$, где

| коэф.-ты / № варианта | $a_{12}$ | $a_{11}$ | $a_{22}$ | $b_1$ | $b_2$ | c | f |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1, 11 | 4 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2, 12 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3, 13 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | $2\sqrt{2}$ | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4,14 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | $\sqrt{3}$ | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5,15 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | $\sqrt{2}$ | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6, 16 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7, 17 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | $\sqrt{2}$ | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8, 18 | 3 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| | 3 | 4 | 3 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| | -2 | 2 | 2 | -1 | 0 | 0 | 1 |
| 9, 19 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| | $3\sqrt{3}$ | 9 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 10, 20 | 4 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | $-2\sqrt{3}$ | 3 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 |

2. Решить задачу Коши для одномерного волнового уравнения

1. $u_{tt} = u_{xx} + 8,\ u(x,0) = \sin 9\pi x,\quad u_t(x,0) = 0;$

2. $u_{tt} = u_{xx} + xt,\ u(x,0) = 2\cos 7\pi x,\quad u_t(x,0) = x;$

3. $u_{tt} = a^2 u_{xx} + sinwx,\ u(x,0) = 1;\ u_t(x,0) = 0;$

4. $u_{tt} = u_{xx} + \sin x,\ u(x,0) = \sin x,\quad u_t(x,0) = x;$

5. $u_{tt} = 9u_{xx} + e^x,\ u(x,0) = \sin x,\quad u_t(x,0) = x + \cos x;$

6. $u_{tt} = 16u_{xx},\ u(x,0) = 9\sin 9\pi x,\quad u_t(x,0) = x^2;$

7. $u_{tt} = 25u_{xx} + 2x,\ u(x,0) = 13\sin 5\pi x,\quad u_t(x,0) = x + 2;$

8. $u_{tt} = 36u_{xx} + x^2,\ u(x,0) = 18\pi\sin 9\pi x,\quad u_t(x,0) = 1;$

9. $u_{tt} = u_{xx},\ u(x,0) = \sin x,\quad u_t(x,0) = x;$

10. $u_{tt} = 9u_{xx} + x,\ u(x,0) = e^x,\ u_t(x,0) = x.$

3. Решить задачу

1. $u_{tt} = 81u_{xx},\ u(x,0) = cos\pi x,\quad u_t(x,0) = 0, u(0,t) = u(5,t) = 0;$

2. $u_{tt} = 64u_{xx},\ u(x,0) = 8\pi\, cos\pi x,\quad u_t(x,0) = 0,\ u(0,t) = u(6,t) = 0;$

3. $u_{tt} = 66u_{xx},\ u(x,0) = 12\pi\, cos 2\pi x,\quad u_t(x,0) = 0,\ u(0,t) = u(5,t) = 0;$

4. $u_{tt} = 16u_{xx},\ u(x,0) = 12\pi\, cos 3\pi x,\quad u_t(x,0) = 0,\ u(0,t) = u(4,t) = 0;$

5. $u_{tt} = 9u_{xx},\ u(x,0) = 7\pi\, cos 4\pi x,\quad u_t(x,0) = 0,\ u(0,t) = u(2,t) = 0;$

6. $u_{tt} = 81u_{xx}$, $u(x,0) = 27\pi\cos 3\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = u(4,t) = 0$;

7. $u_{tt} = u_{xx}$, $u(x,0) = 19\pi\cos 7\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = u(2,t) = 0$;

8. $u_{tt} = 64u_{xx}$, $u(x,0) = 17\pi\cos 3\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = u(5,t) = 0$;

9. $u_{tt} = 4u_{xx}$, $u(x,0) = 29\pi\cos 2\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = u(7,t) = 0$;

10. $u_{tt} = 16u_{xx}$, $u(x,0) = 13\pi\cos 5\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = u(3,t) = 0$;

4.Решить задачи

1. $u_{tt} = 9u_{xx} + x$, $u(x,0) = \cos 6\pi x$, $u_t(x,0) = 0$, $u(0,t) = -8, u(2,t) = 2$;

2. $u_{tt} = 9u_{xx} + x^2$, $u_t(x,0) = 12\pi\cos 4\pi x$, $u(x,0) = 7 - 5x = 0$,

$u(0,t) = -6, u(3,t) = 6$;

3. $u_{tt} = 16u_{xx} + x + t$, $u(x,0) = 5\cos 2\pi x - 4 + 3x$, $u_t(x,0) = 0$,

$u(0,t) = -4, u(1,t) = -1$;

4. $u_{tt} = 16u_{xx} + 3xt$, $u_t(x,0) = 12\pi\cos 3\pi x$, $u(x,0) = 3 + 2x$,

$u(0,t) = 3, u(2,t) = 7$;

5. $u_{tt} = 4u_{xx} + 3x^2 t$, $u(x,0) = 7\cos 4\pi x - 2 + x$, $u_t(x,0) = 0$,

$u(0,t) = -2, u(3,t) = 1$;

6. $u_{tt} = 49u_{xx} + x$, $u_t(x,0) = 28\pi\cos 4\pi x - 2 + x$, $u(x,0) = 0$,

$u(0,t) = 2t, u(2,t) = -6t$;

7. $u_{tt} = 36u_{xx} + cosx,\ \ u_t(x,0) = 24\pi cos4\pi x + 4 + x,\quad u(x,0) = 0,$

$u(0,t) = 4t, u(4,t) = 8t;$

8. $u_{tt} = 25u_{xx} + t^2,\ \ u_t(x,0) = 10\pi cos2\pi x + 7 - 5x,\quad u(x,0) = 0,$

$u(0,t) = 7t, u(2,t) = -3t;$

9. $u_{tt} = 16u_{xx} + 9t^2x,\ \ u_t(x,0) = 28\pi cos7\pi x + 1 - x,\quad u(x,0) = 0,$

$u(0,t) = t, u(2,t) = -t;$

10. $u_{tt} = 4u_{xx} + 3e^tx,\ \ u(x,0) = 7cos5\pi x + 2 - xt,\quad u_t(x,0) = 0,$

$u(0,t) = -2t, u(3,t) = 1;$

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

### 5.1 Критерии оценивания качества устного ответа

Оценка **«отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка **«хорошо»** – за твердое знание основного (программного) материала, за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** – за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в материале, за незнание основных понятий дисциплины.

### 5.2 Критерии оценивания тестирования

При тестировании все верные ответы берутся за 100%.
90%-100% отлично
75%-90% хорошо
60%-75% удовлетворительно
менее 60% неудовлетворительно

### 5.3 Критерии оценивания результатов коллоквиума

Оценка **«отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач.

Оценка **«хорошо»** – за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач.

Оценка **«удовлетворительно»** – за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины.

### 5.4 Критерии оценивания результатов расчетно-графической работы

При проверке расчетно-графической работы все верные ответы берутся за 100%.
90%-100% отлично
75%-90% хорошо
60%-75% удовлетворительно

менее 60% неудовлетворительно

### 5.5 Критерии оценивания результатов зачета с оценкой

Оценка **«отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач.

Оценка **«хорошо»** – за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач.

Оценка **«удовлетворительно»** – за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач.

**Оценка** «неудовлетворительно» – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины.

### 5.6 Критерии оценивания результатов экзамена

Оценка **«отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач.

Оценка **«хорошо»** – за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач.

Оценка **«удовлетворительно»** – за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач.

**Оценка** «неудовлетворительно» – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины.