

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 48 | 48 | часов |
| Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет | 3 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов представлений об основах математического аппарата изучения физических полей – одного из центральных объектов современной физики и техники, находящего широкое применение при изучении математических моделей в научных и прикладных задачах.

1.2. Задачи дисциплины

1. В результате изучения данной дисциплины студенты должны получить навыки математического моделирования реальных (в первую очередь физических) процессов на основе краевых задач для уравнений в частных производных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).

Индекс дисциплины: Б1.В.2.18.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|--|--|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ОПК-1.1 .Знает фундаментальные законы естественных наук и математики | Знает фундаментальные физические и математические законы. |
| | ОПК-1.2 .Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области | Уметь применять и понимать математический аппарат теории дифференциальных уравнений и математической физики на практике. |
| | ОПК-1.3 .Владеет практическими навыками решения инженерных задач | Владеет методами построения математических моделей физических явлений и процессов. |
| Профессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-5. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | ПКР-5.1 .Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков. | Умеет пользоваться арсеналом методов математической физики для расчетов и исследований. |
| | ПКР-5.2 .Владеет навыками компьютерного моделирования. | Владеет основными подходами и методами моделирования физических явлений и процессов. |

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|-----------|
| | | 3 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 60 | 60 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 48 | 48 |
| Подготовка к зачету | 20 | 20 |
| Подготовка к тестированию | 17 | 17 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 4 | 4 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | 4 |
| Подготовка к контрольной работе | 3 | 3 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 3 | 3 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | | | | |
| 3 семестр | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|----|----|----|----|-----|--------------|
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) | 4 | 2 | - | 3 | 9 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | 2 | 6 | 4 | 6 | 18 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка | 2 | - | 4 | 6 | 12 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье) | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | 2 | 4 | - | 4 | 10 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | 4 | - | - | 4 | 8 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | 4 | 6 | 4 | 7 | 21 | ОПК-1, ПКР-5 |
| 10 Нелинейные волновые уравнения | 2 | - | 4 | 6 | 12 | ОПК-1, ПКР-5 |
| Итого за семестр | 26 | 18 | 16 | 48 | 108 | |
| Итого | 26 | 18 | 16 | 48 | 108 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) | Определение УЧП. Порядок уравнения. Особенности решения УЧП. Понятие о полной и неполной системе уравнений в частных производных. Линейные и квазилинейные уравнения. Понятие о краевых задачах математической физики. Основные уравнения математической физики. | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|--|---|---|--------------|
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | Законы сохранения как основа модельного описания физического процесса. Вывод одномерной математической модели теплопроводности на основе закона сохранения энергии и закона Фурье. Понятие об аксиоматическом методе моделирования. Необходимость граничных условий (ГУ) и начальных условий (НУ). Уравнение теплопроводности при учете различных дополнительных факторов. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка | Гиперболические, параболические и эллиптические уравнения и соответствие их типам физических задач. Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического типа. Метод характеристик. Приведение к каноническому виду уравнений параболического типа. Приведение эллиптических уравнений к канонической форме. Классификация и канонические формы линейных уравнений 2-го порядка для n независимых переменных. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье) | Линейные однородные ГУ. Алгоритм разделения переменных. Учет граничных и начальных условий. Свойство ортогональности для системы функций. Анализ решения УЧП методом разделения переменных. Преобразование задачи с неоднородными ГУ в задачу с однородными ГУ. Задача теплопроводности с производной в ГУ | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля. Свойства задачи Штурма-Лиувилля. Типы краевых условий. Некоторые важные задачи Штурма-Лиувилля, к которым сводится решение физических задач. Решение неоднородного уравнения методом разложения по собственным функциям. Алгоритм решения и его реализация. Физическая интерпретация решения. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|--|--|---|--------------|
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП | Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного решений. Преимущества численных решений. Преимущества численных решений. Задача и пример параметрической идентификации. Метод конечных разностей. Конечно-разностные аппроксимации. Правая, левая и центральная разностные производные. Решение задачи Дирихле методом конечных разностей. Алгоритм численного решения задачи Дирихле. Матричная форма записи решения задачи Дирихле. Замена производных, входящих в ГУ, разностными аппроксимациями при решении задачи Неймана. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния | Вывод уравнений акустики. Волновое уравнение. Формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Акустическая интерпретация, Граничные условия для акустических волн. Уравнение Гельмгольца. Постановка задач дифракции акустических волн. Решение уравнения Гельмгольца в сферических координатах. Дифракция плоской акустической волны на шаре. Уравнения теории упругости. Уравнения упругих колебаний. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|--|---|----------|---------------------|
| <p>8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования</p> | <p>Ядро преобразования. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП. Схема алгоритма решения задачи методом интегральных преобразований. Прямое и обратное преобразование. Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. Примеры спектров периодических и непериодических функций. Преобразование Фурье и его применение для решения УЧП. Фурье-образ функции и его свойства (исходная функция результат обратного преобразования, линейность, замена дифференцирования умножением, свертка). Решение задачи Коши (на примере уравнения теплопроводности) методом преобразования Фурье. Алгоритм решения и его реализация. Анализ решения, функция Грина (функция источника). Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции. Условия применимости преобразования Фурье и преобразования Лапласа для УЧП.</p> | <p>4</p> | <p>ОПК-1, ПКР-5</p> |
| | <p style="text-align: right;">Итого</p> | <p>4</p> | |
| <p>9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования</p> | <p>Уравнения Максвелла. Уравнения электростатики. Объемный потенциал, его свойства. Электростатическая интерпретация объемного потенциала. Физическая интерпретация основных граничных условий в электростатике. Сведение внутренней и внешней задач Дирихле, внутренней и внешней задач Неймана к интегральным уравнениям. Исследование основных краевых задач для уравнения Лапласа с помощью интегральных уравнений. Обобщенные функции и их свойства. Сингулярные обобщенные функции, дельта-функция Дирака. Фундаментальные решения для уравнений математической физики. Метод функции Грина. Построение функций Грина.</p> | <p>4</p> | <p>ОПК-1, ПКР-5</p> |
| | <p style="text-align: right;">Итого</p> | <p>4</p> | |

| | | | |
|----------------------------------|---|----|--------------|
| 10 Нелинейные волновые уравнения | Уравнение Кортевега-де Фриза. Солитоны. Волновые уравнения для электромагнитного поля. Плоские решения уравнений Максвелла. Краевые задачи дифракции для электромагнитных волн. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) | Вывод уравнений. Постановка краевых задач. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия). | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия). | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед). Вычисление квадрата нормы. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо). | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях. | 2 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона) | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка | Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Нелинейные волновые уравнения | Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности | 4 | ОПК-1, ПКР-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|--|--|-----------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Контрольная работа |

| | | | | |
|--|--|---|--------------|--------------------------------------|
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье) | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 7 | | |

| | | | | |
|----------------------------------|--|----|--------------|--------------------------------------|
| 10 Нелинейные волновые уравнения | Подготовка к зачету | 2 | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ОПК-1, ПКР-5 | Контрольная работа |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| Итого | | 48 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |
| ПКР-5 | + | + | + | + | Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------------------|--|---|---|------------------|
| 3 семестр | | | | |
| Зачёт | 10 | 0 | 10 | 20 |
| Защита отчета по лабораторной работе | 0 | 3 | 9 | 12 |
| Контрольная работа | 5 | 0 | 10 | 15 |
| Лабораторная работа | 0 | 2 | 6 | 8 |
| Тестирование | 15 | 10 | 20 | 45 |
| Итого максимум за период | 30 | 15 | 55 | 100 |

| | | | | |
|--------------------|----|----|-----|-----|
| Нарастающим итогом | 30 | 45 | 100 | 100 |
|--------------------|----|----|-----|-----|

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Конспект лекций по высшей математике : в 2 ч. / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2007 - . - ISBN 978-5-8112-1687-1. Ч. 2 : Тридцать пять лекций. - 5-е изд. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - 251, [5] с. : ил., табл. - ISBN 978-5-8112-2315-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.).

2. Методы математической физики: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Ю. В. Гриняев, В. М. Ушаков, Л. Л. Миньков, С. В. Тимченко - 2012. 148 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3379>.

7.2. Дополнительная литература

1. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования: Учебное пособие / Л. И. Магазинников - 2012. 206 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2258>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы математической физики : Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. -116 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.).

2. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / П. П. Гейко - 2012. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2351>.

3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа: Методические указания к лабораторной работе / П. П. Гейко - 2012. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2346>.

4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона: Методические указания к лабораторной работе / П. П. Гейко - 2012. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2347>.

5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа: Методические указания к лабораторной работе / П. П. Гейко - 2012. 12 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2348>.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 237 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Компьютерная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Доска 3-х элементная;
- Шкаф - 2 шт.;
- Шкаф для одежды;
- Тумба выкатная - 2 шт.;
- Тумба;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|--|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье) | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

| | | | |
|--|--------------|--------------------------------------|---|
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 9 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 10 Нелинейные волновые уравнения | ОПК-1, ПКР-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|--------|-------------|---|-------|---------|
| | | знать | уметь | владеть |

| | | | | |
|----------------------------|--|---|---|--|
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Какие физические процессы описывает параболическое уравнение?
 - колебания;
 - движущиеся волны;

- в) стационарные процессы;
г) диффузию.
2. Какие физические процессы описывает гиперболическое уравнение?
а) колебания;
б) волны;
в) стационарные процессы;
г) диффузию.
3. Какие физические процессы описывает эллиптическое уравнение?
а) колебания;
б) движущиеся волны;
в) стационарные процессы;
г) диффузию.
4. Что описывают граничные условия?
а) взаимосвязь физических переменных;
б) физическую переменную в начальный момент времени;
в) физическую переменную на границе;
г) производную физической переменной в начальный момент времени.
5. Что описывают начальные условия?
а) взаимосвязь физических переменных;
б) физическую переменную в начальный момент времени;
в) физическую переменную на границе;
г) производную физической переменной в начальный момент времени.
6. Что описывает уравнение?
а) взаимосвязь физических переменных;
б) физическую переменную в начальный момент времени;
в) физическую переменную на границе;
г) производную физической переменной в начальный момент времени.
7. Функция $f_{\xi}(x, t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4at}}$ при всех значениях ξ является решением уравнения теплопроводности $U_t = a^2 U_{xx}$ в области $\{(x, t): x \in (-\infty, \infty), t \in (0, \infty)\}$. Данная функция называется ... решением уравнения теплопроводности.
а) элементарным;
б) стационарным;
в) неоднородным;
г) фундаментальным.
8. Решение задачи имеет вид $y'' + \frac{1}{4}y = 0, y(0) = y(4p) = 0$
а) $y = \sin x/2$;
б) $y = \sin px/2$;
в) $y = \cos x/2$;
г) $y = \sin 4x/2$.
9. Функция U является решением уравнения $U_{xx} + U_{yy} = \cos x \cdot \cos y$. Тогда решением соответствующего однородного уравнения будет функция
а) $U - \frac{1}{2} \cos x \cdot \cos y$;
б) $U + x^2 + y^2$;
в) $U + \frac{1}{2} \cos x \cdot \cos y$;
г) $U + 2xy$.
10. Решение задачи $y'' + p^2 y = 0, y(0) = y'\left(\frac{1}{2}\right) = 0$ имеет вид
а) $y = \sin x$;

- б) $y = \cos x$;
- в) $y = \cos px$;
- г) $y = \sin px$.

11. Укажите тип дифференциального уравнения $3 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 5 \sin 4x = 0$

- а) эллиптический;
- б) гиперболический;
- в) круговой;
- г) параболический;

12. Укажите собственные функции краевой задачи $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, $u(0; y) = u(l; y) = 0$.

- а) $\sin\left(\frac{\pi x}{3}\right)$;
- б) $\sin\left(\frac{\pi x}{l}\right)$;
- в) $\sin(3\pi x)$;
- г) $\cos\left(\frac{\pi x}{l}\right)$.

13. Функция $y = \cos(2x/3)$ является собственной функцией задачи Штурма-Лиувилля $y'' + ly = 0$, $y'(0) = y'(3p) = 0$ с собственным значением

- а) $l = -4/9$;
- б) $l = -2/3$;
- в) $l = 4/9$;
- г) $l = 2/3$.

14. Какому начальному условию удовлетворяет функция

$$u(x, t) = 6x^2 + 4tx - 8t \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + 4} \sin \frac{2nx}{5} e^{-3nt} ?$$

- а) $u(x, 0) = 0$;
- б) $u(x, 0) = 6x^2$;
- в) $u(x, 0) = 8t$;
- г) $u(x, 0) = 4$.

15. Какое из уравнений является уравнением теплопроводности стержня с источниками тепла внутри?

- а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$;
- б) $\frac{\partial u}{\partial t} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t}$;
- в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 30 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 4xe^{-3t}$;
- г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t} \sin 5x$.

16. Укажите, какое из данных уравнений является уравнением Пуассона?

- а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$;
- б) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3t} \sin 5x$;
- в) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 2$;

- г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4)$.
17. Какая из краевых задач является задачей о теплопроводности стержня конечной длины без источников тепла внутри и с нулевой температурой на концах?
- а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(7,t) = 0; \quad u(x,0) = x$;
- б) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4), \quad u(0,t) = u(7,t) = 0; \quad u(x,0) = 0$;
- в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(4,t) = 0; \quad u(x,0) = x(4-x)$;
- г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(5,t) = 3; \quad u(x,0) = 0$.
18. Какая из краевых задач является задачей о вынужденных колебаниях конечной струны, закрепленной только на левом конце
- а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(7,t) = 0; \quad u(x,0) = x$;
- б) $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4), \quad u(0,t) = u(7,t) = 0; \quad u(x,0) = 0$;
- в) $\frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(4,t) = 0; \quad u(x,0) = x(4-x)$;
- г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(0,t) = u(5,t) = 3; \quad u(x,0) = 0$.
19. Решением какого уравнения является функция $u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin \frac{2nx}{5} \cos \frac{8n\pi t}{5}$?
- а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$;
- б) $\pi \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5x \sin 4t$;
- в) $\frac{1}{16} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \pi^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$;
- г) $\frac{\partial u}{\partial t} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5$.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)
2. Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.
3. Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.
4. Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).
5. Собственные значения и собственные функции.
6. Задача Штурма- Лиувилля
7. Метод интегральных преобразований.
8. Понятие интегрального преобразования.
9. Численные и приближенные методы решения УЧП.
10. Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния.
11. Математическое моделирование электрических процессов.
12. Нелинейные волновые уравнения.
13. Линейные однородные ГУ.

14. Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля.
15. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент.
16. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП.
17. Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного решений.
18. Вывод уравнений акустики.
19. Принцип Гюйгенса.
20. Дифракция плоской акустической волны на шаре.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Напишите математическую модель теплопроводности.
2. В чем заключается метод разностной схемы?
3. В чем заключается разница между неявной и явной разностной схемой?
4. Какие физические явления описывает уравнение Лапласа?
5. Каким уравнением описывается пространственный солитон в керровской среде?

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Решите уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad u(x, 0) = \sin x, \quad u(0, t) = u(\pi, t) = 0, \quad 0 < x < \pi, \quad t > 0$$

2. Покажите, что функция $u(x, t) = e^{-\lambda^2 t} [A \sin(\lambda x) + B \cos(\lambda x)]$ удовлетворяет уравнению $u_t = a^2 u_{xx}$ при произвольных А, В и λ .

3. Решите смешанную задачу

$$u_t - 25u_{xx} = -7x \sin t, \quad 0 < x < 1, \quad t > 0,$$

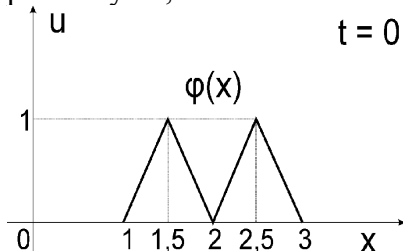
$$\begin{cases} u(x, 0) = 2 \cos(\pi x), \\ u_t(x, 0) = 7x, \end{cases}$$

$$u_x(0, t) = u_x(1, t) = 7 \sin(t)$$

4. Поперечные колебания полуограниченной струны описываются начально-краевой задачей

$$\begin{cases} u_{tt} = \frac{1}{4} u_{xx}, & 0 \leq x < +\infty, \\ u|_{t=0} = \varphi(x), \\ u_t|_{t=0} = 0, \\ u_x|_{x=0} = 0, \end{cases}$$

где $\varphi(x)$ – начальный профиль струны – изображен на рисунке. Построить профили струны в моменты времени $t=n/2, n=4, \dots, 10$. Найти закон изменения ординаты $u(0, t)$ с течением времени. Указать на характеристической плоскости области, где функция $u(x, t)$ равна нулю, константе отличной от нуля, не равна константе.



5. Однородная струна длиной l жестко закреплена на концах $x=0$ и $x=l$. Струну отклонили от положения равновесия и в момент времени $t=0$ отпустили без начальной скорости. Требуется определить отклонения $u(x, t)$ струны в любой момент времени, если ее

начальное отклонение задается функцией $a(x)=Ax(1-x)$, $A>0$.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)
2. Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы
3. Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа
4. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |

| | | |
|---|--|--|
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |
|---|--|--|

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 81 от «12» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c- 9fb4-5f882facc349 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c- 9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4aba- 845d-9ce7670b004c |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|--------------------|--------------|--|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6 |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|--------------------------------|----------------|--|
| Старший преподаватель, каф. ЭП | В. Дю | Разработано, 73f269b2-fd48-4478- 85e8-00d695cea241 |
| Профессор, каф. ЭП | Е.Е. Слядников | Разработано, 428e61dd-26cd-4d18- 850b-74157ffde9f6 |