

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.02 Математические основы научных исследований

Направление подготовки / специальность: 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) /специализация: Инженерия программного обеспечения и информационных систем

Форма обучения: очная, заочная

Год набора: 2026

Разработчик (-и):
д.ф.н., профессор

/ Г.И. Пилипенко /

подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании высшей математики и физики (ВМиФ)

Протокол от 20.11.2025 г. №3

Заведующий кафедрой / В.Т. Куанышев /

Екатеринбург, 2025

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ
директор УрТИСИ СибГУТИ

Минина Е.А.

«___» 2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.02 Математические основы научных исследований

Направление подготовки / специальность: **09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Направленность (профиль) /специализация: **Инженерия программного обеспечения и информационных систем**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2026

Разработчик (-и):

д.ф.н., профессор

_____ / Г.И. Пилипенко /
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании высшей математики и физики
(ВМиФ)

Протокол от 20.11.2025 г. №3

Заведующий кафедрой _____ / В.Т. Куанышев /
подпись

Екатеринбург, 2025

1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает основные понятия дисциплины; основы алгоритмизации, основные методы математического моделирования и методы решения задач оптимизации, основы программирования на языках высокого уровня, основы современных технологий программирования Умеет разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты) Владеет основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных	1	
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Знает основы математики, физики и принципы их применения в профессиональной деятельности Умеет применять знания математики и физики для решения профессиональных задач смежных профессий Владеет принципами поиска и анализа профессиональной информации для структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	1	
ОПК-4 Способен применять на	Знает методы математического		

практике новые научные принципы и методы исследований	<p>моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики.</p> <p>Умеет создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию.</p> <p>Владеет навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в инструментальных программных пакетах моделирования</p>	1	
---	--	---	--

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет (1 семестр).

2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Индикатор освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>Знать: основные понятия дисциплины; основы алгоритмизации, основные методы математического моделирования и методы решения задач оптимизации, основы программирования на языках высокого уровня, основы современных технологий программирования</p> <p>Уметь: разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты)</p>	<p>Знает основные понятия дисциплины; основы алгоритмизации, основные методы математического моделирования и методы решения задач оптимизации, основы программирования на языках высокого уровня, основы современных технологий программирования</p> <p>Умеет разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты)</p>

	Владеть: основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных	Владеет основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Знать: основы математики, физики и принципы их применения в профессиональной деятельности.	Знает основы математики, физики и принципы их применения в профессиональной деятельности.
	Уметь: применять знания математики и физики для решения профессиональных задач смежных профессий	Умеет применять знания математики и физики для решения профессиональных задач смежных профессий
	Владеть: принципами поиска и анализа профессиональной информации для структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Владеет принципами поиска и анализа профессиональной информации для структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	Знать: методы математического моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики.	Знает методы математического моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики.
	Уметь: создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию.	Умеет создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию.
	Владеть: навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в	Владеет навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в

	процессов с реализацией их в инструментальных программных пакетах моделирования	инструментальных программных пакетах моделирования
--	---	--

Шкала оценивания

Зачет

Критерии оценки	
Зачет	<ol style="list-style-type: none"> Самостоятельно и правильно ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета. Уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагает свой ответ. Может ответить на дополнительные вопросы. Самостоятельно и правильно решил задачу экзаменационного билета. Уверенно и логично объясняет ход решения, обосновывая его определениями и правилами дисциплины
Незачет	<ol style="list-style-type: none"> Самостоятельно не ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета. Самостоятельно не решил задачу экзаменационного билета

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблице по формам обучения:

3.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы и методы текущего контроля

Тема и/или раздел	Формы/методы текущего контроля успеваемости
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий Знает основные понятия дисциплины; основы алгоритмизации, основные методы математического моделирования и методы решения задач оптимизации, основы программирования на языках высокого уровня, основы современных технологий программирования. Умеет разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты). Владеет основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных	
Раздел I Введение Цели и задачи курса. Сущность метода математического моделирования. Математическое моделирование как методология решения прикладных задач на ЭВМ. Применение математического моделирования при исследовании, проектировании и управлении	зачет

<p>Раздел II Основные принципы математического моделирования</p> <p>2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход.</p> <p>2.2. Уравнения математической физики - математические модели физических процессов в сплошных средах. Происхождение и физические свойства уравнений матфизики: понятие сплошной среды и непрерывных полей, законы сохранения для сплошных сред. Получение уравнений матфизики из фундаментальных законов сохранения, описывающих различные физические системы: получение уравнения диффузии из закона сохранения энергии, получение уравнения непрерывности из закона сохранения электрического заряда, получение уравнения Фарадея из закона сохранения магнитного потока</p>	<p>зачет</p>
<p>Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели</p> <p>3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции.</p> <p>3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных.</p> <p>3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями.</p> <p>Общая постановка задач с начальными условиями.</p> <p>Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы.</p> <p>3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями.</p> <p>Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач.</p> <p>3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием. Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка. Метод Рунге-Кутта.</p> <p>3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных.</p> <p>Схемы интегрирования для разных типов уравнений в частных производных: уравнение диффузии: явная схема интегрирования, точность, устойчивость, эффективность; неявный метод Кранка-Николсона, устойчивость, точность; уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности, устойчивость; схема Лакса, причина ее устойчивости</p>	<p>Практическая работа</p> <p>зачет</p>

<p>Раздел 4 Численные методы матричной алгебры</p> <p>4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разряженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов.</p> <p>4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача.</p> <p>4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	<p>Практическая работа Зачет</p>
<p>Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов</p> <p>5.1. Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии.</p> <p>5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 6 Моделирование тепловых процессов</p> <p>6.1. Тепловые задачи в электронике.</p> <p>6.2. Математические модели тепловых процессов. Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p> <p>6.3. Постановка краевых тепловых задач.</p> <p>6.4. Моделирование стационарного распределения температуры.</p> <p>6.5. Моделирование нестационарного нагрева</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей</p> <p>7.1. Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>7.3. Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел I Введение</p> <p>Цели и задачи курса. Сущность метода математического моделирования. Математическое моделирование как методология решения прикладных задач на ЭВМ.</p> <p>Применение математического моделирования при исследовании, проектировании и управлении</p>	<p>зачет</p>
<p>Раздел II Основные принципы математического моделирования</p> <p>2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей. Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход.</p>	<p>зачет</p>

<p>2.2. Уравнения математической физики - математические модели физических процессов в сплошных средах.</p> <p>Происхождение и физические свойства уравнений матфизики: понятие сплошной среды и непрерывных полей, законы сохранения для сплошных сред. Получение уравнений матфизики из фундаментальных законов сохранения, описывающих различные физические системы: получение уравнения диффузии из закона сохранения энергии, получение уравнения непрерывности из закона сохранения электрического заряда, получение уравнения Фарадея из закона сохранения магнитного потока</p>	
<p>Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели</p> <p>3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции.</p> <p>3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных.</p> <p>3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями.</p> <p>Общая постановка задач с начальными условиями.</p> <p>Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы.</p> <p>3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями.</p> <p>Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач.</p> <p>3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием. Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка. Метод Рунге-Кутта.</p> <p>3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных.</p> <p>Схемы интегрирования для разных типов уравнений в частных производных: уравнение диффузии: явная схема интегрирования, точность, устойчивость, эффективность; неявный метод Кранка-Николсона, устойчивость, точность; уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности, устойчивость; схема Лакса, причина ее устойчивости</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>Раздел 4 Численные методы матричной алгебры</p> <p>4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разряженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов.</p> <p>4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача.</p> <p>4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	<p>Практическая работа Зачет</p>
<p>Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов</p> <p>5.1. Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии.</p> <p>5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 6 Моделирование тепловых процессов</p> <p>6.1. Тепловые задачи в электронике.</p> <p>6.2. Математические модели тепловых процессов. Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p> <p>6.3. Постановка краевых тепловых задач.</p> <p>6.4. Моделирование стационарного распределения температуры.</p> <p>6.5. Моделирование нестационарного нагрева</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей</p> <p>7.1. Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>7.3. Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p> <p>Знает основы математики, физики и принципы их применения в профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет применять знания математики и физики для решения профессиональных задач смежных профессий.</p> <p>Владеет принципами поиска и анализа профессиональной информации для структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	
<p>Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции.</p> <p>3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных.</p> <p>3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями.</p> <p>Общая постановка задач с начальными условиями.</p> <p>Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы.</p> <p>3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями.</p> <p>Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач.</p> <p>3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием.</p> <p>Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка.</p> <p>Метод Рунге-Кутта.</p> <p>3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных.</p> <p>Схемы интегрирования для разных типов уравнений в частных производных: уравнение диффузии: явная схема интегрирования, точность, устойчивость, эффективность; неявный метод Кранка-Николсона, устойчивость, точность; уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности, устойчивость; схема Лакса, причина ее устойчивости</p>	
<p>Раздел 4 Численные методы матричной алгебры</p> <p>4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разреженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов.</p> <p>4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача.</p> <p>4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	<p>Практическая работа Зачет</p>
<p>Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов</p> <p>5.1. Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии.</p> <p>5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 6 Моделирование тепловых процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>6.1. Тепловые задачи в электронике.</p> <p>6.2. Математические модели тепловых процессов.</p> <p>Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p> <p>6.3. Постановка краевых тепловых задач.</p> <p>6.4. Моделирование стационарного распределения температуры.</p> <p>6.5. Моделирование нестационарного нагрева</p>	
<p>Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей</p> <p>7.1. Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>7.3. Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований</p> <p>Знает методы математического моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики.</p> <p>Умеет создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию.</p> <p>Владеет навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в инструментальных программных пакетах моделирования</p>	
<p>Раздел II Основные принципы математического моделирования</p> <p>2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход.</p> <p>2.2. Уравнения математической физики - математические модели физических процессов в сплошных средах.</p> <p>Происхождение и физические свойства уравнений матфизики: понятие сплошной среды и непрерывных полей, законы сохранения для сплошных сред. Получение уравнений матфизики из фундаментальных законов сохранения, описывающих различные физические системы: получение уравнения диффузии из закона сохранения энергии, получение уравнения непрерывности из закона сохранения электрического заряда, получение уравнения Фарадея из закона сохранения магнитного потока</p>	<p>зачет</p>
<p>Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции.</p> <p>3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных.</p> <p>3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями.</p> <p>Общая постановка задач с начальными условиями.</p> <p>Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы.</p> <p>3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями.</p> <p>Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач.</p> <p>3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием.</p> <p>Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка.</p> <p>Метод Рунге-Кутта.</p> <p>3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных.</p> <p>Схемы интегрирования для разных типов уравнений в частных производных: уравнение диффузии: явная схема интегрирования, точность, устойчивость, эффективность; неявный метод Кранка-Николсона, устойчивость, точность; уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности, устойчивость; схема Лакса, причина ее устойчивости</p>	
<p>Раздел 4 Численные методы матричной алгебры</p> <p>4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разреженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов.</p> <p>4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача.</p> <p>4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	<p>Практическая работа Зачет</p>
<p>Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов</p> <p>5.1. Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии.</p> <p>5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 6 Моделирование тепловых процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>6.1. Тепловые задачи в электронике.</p> <p>6.2. Математические модели тепловых процессов.</p> <p>Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p> <p>6.3. Постановка краевых тепловых задач.</p> <p>6.4. Моделирование стационарного распределения температуры.</p> <p>6.5. Моделирование нестационарного нагрева</p>	
<p>Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей</p> <p>7.1. Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>7.3. Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел I Введение</p> <p>Цели и задачи курса. Сущность метода математического моделирования. Математическое моделирование как методология решения прикладных задач на ЭВМ.</p> <p>Применение математического моделирования при исследовании, проектировании и управлении</p>	<p>зачет</p>
<p>Раздел II Основные принципы математического моделирования</p> <p>2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход.</p> <p>2.2. Уравнения математической физики - математические модели физических процессов в сплошных средах.</p> <p>Происхождение и физические свойства уравнений матфизики: понятие сплошной среды и непрерывных полей, законы сохранения для сплошных сред. Получение уравнений матфизики из фундаментальных законов сохранения, описывающих различные физические системы: получение уравнения диффузии из закона сохранения энергии, получение уравнения непрерывности из закона сохранения электрического заряда, получение уравнения Фарадея из закона сохранения магнитного потока</p>	<p>зачет</p>
<p>Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции.</p> <p>3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных.</p> <p>3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями.</p> <p>Общая постановка задач с начальными условиями.</p> <p>Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы.</p> <p>3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями.</p> <p>Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач.</p> <p>3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием.</p> <p>Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка.</p> <p>Метод Рунге-Кутта.</p> <p>3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных.</p> <p>Схемы интегрирования для разных типов уравнений в частных производных: уравнение диффузии: явная схема интегрирования, точность, устойчивость, эффективность; неявный метод Кранка-Николсона, устойчивость, точность; уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности, устойчивость; схема Лакса, причина ее устойчивости</p>	
<p>Раздел 4 Численные методы матричной алгебры</p> <p>4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разреженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов.</p> <p>4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача.</p> <p>4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	<p>Практическая работа Зачет</p>
<p>Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов</p> <p>5.1. Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии.</p> <p>5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>
<p>Раздел 6 Моделирование тепловых процессов</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

<p>6.1. Тепловые задачи в электронике.</p> <p>6.2. Математические модели тепловых процессов.</p> <p>Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p> <p>6.3. Постановка краевых тепловых задач.</p> <p>6.4. Моделирование стационарного распределения температуры.</p> <p>6.5. Моделирование нестационарного нагрева</p>	
<p>Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей</p> <p>7.1. Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>7.3. Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм</p>	<p>Практическая работа зачет</p>

3.2 Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Знает основные понятия дисциплины; основы алгоритмизации, основные методы математического моделирования и методы решения задач оптимизации, основы программирования на языках высокого уровня, основы современных технологий программирования.

Умеет разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты).

Владеет основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных

Пример типового практического занятия с контрольным заданием:

Практическая работа на тему «Волновые процессы в электрических цепях»

Работа выполняется с использованием системы компьютерной математики Mathcad.

1. При распространении электромагнитных сигналов в электрических элементах, имеющих конечные размеры, появление сигнала на выходе происходит не одновременно с подачей входного сигнала. Это явление связано с конечной скоростью сигнала и с протяженностью реальной цепи и проявляется только в том случае, если характерное время изменения сигнала $dt < l/c$, где l - геометрические размеры цепи; c - скорость света.

Анализ процессов в цепях с учетом их геометрических размеров проводят с помощью моделей, которые называют цепями с распределенными параметрами. В современной электронике, где используются сигналы с временем порядка 0.1 нс, модели цепей с распределенными параметрами применяют, если геометрические размеры цепи соизмеримы длиной порядка 0.03 м. Это размеры любого блока, платы или проводников в большой интегральной микросхеме.

Считается, что длинные линии представляют собой одномерные объекты в реальном физическом пространстве, имеющие длину, но не имеющие поперечных размеров.

Напряжение и токи в длинной линии зависят не только от времени, но и от координаты x , поэтому они описываются функциями двух переменных $u(x,t)$ и $i(x,t)$. Уравнение длинной линии должно показывать связь тока и напряжения в любой точке $f[x, u(x,t), i(x,t)]$. Такое уравнение называют волновым уравнением и его получают строго из системы уравнений Максвелла

$$\frac{d}{dt}(du(x,t)/dt) = v^2 \frac{d}{dx}(du(x,t)/dx),$$

где v - скорость распространения волны в среде.

2. Решение волнового уравнения и его физический смысл

Общее решение волнового уравнения имеет вид

$$u(x,t) = f_1(x-vt) + f_2(x+vt),$$

где f_1 и f_2 - любые функции, определяемые начальными и граничными условиями для волнового уравнения.

Выражение для тока имеет вид

$$i(x,t) = (1/W)f_1(x-vt) - (1/W)f_2(x+vt),$$

где $W = (L/C)^{1/2}$ - волновое сопротивление линии. Ток в линии определяется теми же произвольными функциями f_1, f_2 , что и напряжение.

3. Рассмотрим более подробно смысл функций f_1 и f_2 . При условии $f_2(x+vt)=0$ $u(x,t)=f_1(x-vt)$. Пусть при $t=0$ известно $f_1(x)$. Через интервал времени dt напряжение $u(x,dt)=f_1(x-vdt)$, а через интервал $2dt$ $u(x,2dt)=f_1(x-v2dt)$. С течением времени график функции f_1 смещается вправо по оси x равномерно со скоростью v . Это слагаемое называется прямой волной, движущейся в направлении возрастания x . Таким образом, $f_1(x-vt)=U_{\text{пр}}(x,t)$.

Рассматривая аналогично составляющую f_2 , приходим к выводу, что это обратная волна, распространяющаяся в направлении убывания x : $f_2(x+vt)=U_{\text{обр}}(x,t)$. Итак, напряжение длинной линии является суммой прямой и обратной волн, распространяющихся навстречу друг другу со скоростью $v=1/(LC)^{1/2}$; $u(x,t)=U_{\text{пр}}(x,t)+U_{\text{обр}}(x,t)$.

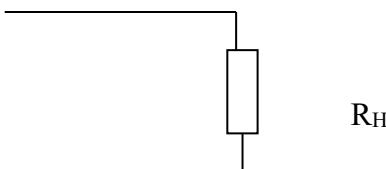
Ток в линии также состоит из двух волн:

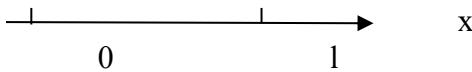
$$i(x,t) = I_{\text{пр}}(x,t) + I_{\text{обр}}(x,t) = U_{\text{пр}}(x,t)/W - U_{\text{обр}}(x,t)/W.$$

Как видно, волновое сопротивление линии связывает отдельно прямую волну тока и напряжения $I_{\text{пр}}(x,t)=U_{\text{пр}}(x,t)/W$ и обратную волну $I_{\text{обр}}(x,t)=-U_{\text{обр}}(x,t)/W$.

При этом линия не имеет потерь и волновое сопротивление W , хотя и выражается в Омах как обычное сопротивление R , но имеет совсем иной физический смысл. Это сопротивление не отражает рассеивания мощности электрического тока в теплоту, а лишь является отношением одноименных волн напряжения и тока. Связь прямой и обратной волн определяется граничными условиями в линии и требует рассмотрения линий конечной длины.

Рассмотрим линию, ограниченную справа координатой l . В конечной точке подключено сопротивление нагрузки R_h (рисунок)





Очевидно, что если для любой точки линии справедлива связь между током и напряжением в виде

$$u(x,t) = U_{\text{пр}}(x,t) + U_{\text{обр}}(x,t)$$

$$i(x,t) = U_{\text{пр}}(x,t)/W - U_{\text{обр}}(x,t)/W,$$

то в точке $x=1$ имеем $u(1,t) = R_h * i(1,t)$. Запишем это условие через прямую и обратную волны: $U_{\text{пр}}(1-vt) + U_{\text{обр}}(1+vt) = R_h U_{\text{пр}}(1-vt)/W - R_h U_{\text{обр}}(1+vt)/W$.

Отсюда

$$U_{\text{обр}}(1+vt) = (R_h - W)/(R_h + W) * U_{\text{пр}}(1-vt).$$

Коэффициент

$$\Gamma = (R_h - W)/(R_h + W)$$

называют коэффициентом отражения.

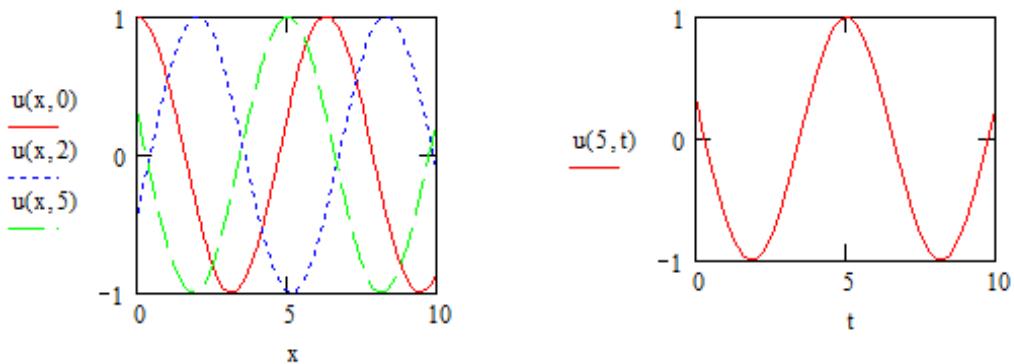
Если при $t=0$ $U_{\text{обр}}(x)=0$, а $U_{\text{пр}}(x)$ отлично от нуля, то при $t > l/v$ оказывается, что $U_{\text{обр}}(x+vt) = \Gamma * U_{\text{пр}}(x-vt)$. Этот процесс называют отражением электромагнитной волны от нагрузки. Например, если $R_h = W$, $\Gamma = 0$, то обратной волны не появится. При $R_h \gg 0$ $\Gamma = 1$ и $U_{\text{обр}}(x+vt) = U_{\text{пр}}(x-vt)$. Это явление полного отражения. При $R_h = 0$ $\Gamma = -1$.

Это явление полного отражения с изменением знака.

4. Пример. Пусть напряжение в линии представлено функцией $u(x,t) = A \cos(x-vt)$. Убедимся, что при $t > 0$ график функции $f_1 = A \cos(x-vt)$ смещается вправо по оси x равномерно со скоростью v . Скорость волны напряжения можно определить, измеряя расстояние, на которое смещается пик за промежуток времени t между картинками.

$$A := 1 \quad v := 1 \quad x := 0, 0.1..10 \quad t := 0, 0.2..10$$

$$u(x,t) := A \cdot \cos(x - v \cdot t)$$



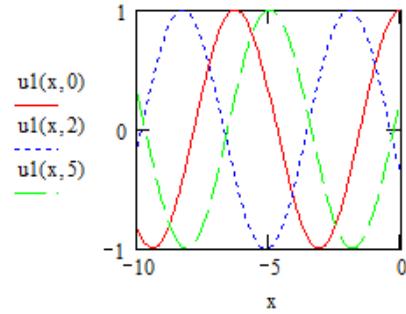
Изменение волны напряжения во временном пространстве можно получить, если зафиксировать координату x и рассматривать изменение напряжения в данной точке в зависимости от времени (см. выше правый рис.)

Связь между колебаниями в координатном пространстве и во временном выражается соотношением длина волны = скорость волны * период колебания;

$$L = v * T .$$

Волна напряжения $u_1(x,t) = A \cos(x+vt)$ движется в сторону отрицательных x .

$x := -10, -9.9 \dots 0 \quad t := 0 \dots 10 \quad u1(x, t) := A \cdot \cos(x + vt)$



Задание:

- Функция напряжения имеет вид $\exp[-(x-vt)]$. Исследуйте распространение данной волны напряжения в длинной линии. Как распространяется обратная волна. Изучите распространение волны напряжения, представленной функцией $\exp[-(x-vt)^2]$, в линии длиной 1 при $R_h = 0$.

3.3 Типовые контрольные задания

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

- Математическое моделирование - как способ теоретического исследования сложных объектов, процессов, явлений на основе их математического описания.
- Сущность метода математического моделирования.
Этапы математического моделирования. Методы получения математических моделей.
- Метод конечных разностей - универсальным методом приближенного решения дифференциальных уравнений математической модели.
- Основные определения, связанные с методом конечных разностей: конечно-разностная сетка, сеточная функция, конечная разность, шаблон конечно-разностной схемы, явная конечно-разностная схема, неявная конечно-разностная схема, устойчивость конечно-разностной схемы.
- Основные понятия, связанные с КР-схемами: аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость условная и абсолютная, сходимость, порядок сходимости, консервативность.
- Постановка задач математической физики. Основные определения конечно-разностных (КР) схем в задачах для УМФ.
- Численное решение задач, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. Задача с начальными условиями. Задача Коши. 8. Постановка задач Коши для ОДУ и систем ОДУ. Одношаговые методы: метод Эйлера, Эйлера-Коши численного решения задач Коши для ОДУ и систем ОДУ, их порядок точности.
- Численное решение задач, описываемых уравнениями в частных производных. Типы дифференциальных уравнений в частных производных.
- Разностные схемы решения задач для уравнений гиперболического типа. Явная, неявная схемы, исследование их аппроксимации и устойчивости.
- Конечно-разностный метод решения задач для уравнений параболического типа. Схемы: явная и неявная. Исследование их аппроксимации и устойчивости.
- Разностные методы решения задач для уравнений эллиптического типа. Итерационный алгоритм Либмана.
- Разностные схемы для уравнения теплопроводности.
- Конечно-разностного решения первой начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.

15. Моделирование диффузии методом конечных разностей. Явная разностная схема. 16. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): Метод прогонки

Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлен в локальной сети кафедры ВМиФ и доступен по URI: \\aup.uisi.ru\логин, пароль студента\Обучение\Кафедра\ФГОС-3+\Направление 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Научные исследования в области информатики и вычислительной техники»\ Дисциплина: «Математические основы научных исследований» \вид метод. пособия.pdf

3.4 Методические материалы проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

1. Практические занятия по дисциплине.

Задания на выполнение практических работ представлены в комплекте УМК по дисциплине (файл 09.04.01_Практические работы.doc) и в электронно-информационной образовательной среде, и доступны по URL – <https://aup.uisi.ru/3584231/>

2. Самостоятельная работа по дисциплине.

Задания на выполнение самостоятельных работ представлены в комплекте УМК по дисциплине (файл 09.04.01_CPC.doc) и в электронно-информационной образовательной среде, и доступны по URL – <https://aup.uisi.ru/3584231/>