

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.
« 27 » 12 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.02 Математическое основы научных исследований

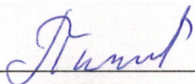
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 «Информатика и
вычислительная техника»**

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

Форма обучения: **очная, заочная**

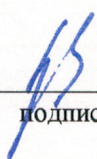
Год набора: 2025

Разработчик (-и):
д.ф.н., профессор

 / Г.И. Пилипенко /
подпись

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

Протокол от 19.11.2024 г. №3

Заведующий кафедрой  / В.Т. Куанышев /
подпись

Екатеринбург, 2024

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.
«___» _____ 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.02 Математическое 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: 2025

Разработчик (-и):
д.ф.н., профессор

_____ / Г.И. Пилипенко /
подпись

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

Протокол от 19.11.2024 г. №3

Заведующий кафедрой _____ / В.Т. Куанышев /
подпись

Екатеринбург, 2024

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	моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики. Умеет создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию. Владеет навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в инструментальных программных пакетах моделирования	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	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	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
	Уметь: разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты)	Умеет разрабатывать алгоритмы и реализующие их программы на основе современных технологий программирования (объектно-ориентированное программирование, визуальные среды программирования, математические пакеты)

	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	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	1. Самостоятельно и правильно ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета. Уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагает свой ответ. Может ответить на дополнительные вопросы. 2. Самостоятельно и правильно решил задачу экзаменационного билета. Уверенно и логично объясняет ход решения, обосновывая его определениями и правилами дисциплины
Незачет	1. Самостоятельно не ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета. 2. 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

Раздел II Основные принципы математического моделирования 2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход. 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	зачет
Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели 3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции. 3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных. 3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями. Общая постановка задач с начальными условиями. Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы. 3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями. Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач. 3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием. Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка. Метод Рунге-Кутты. 3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных. 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	Практическая работа зачет

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

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	
Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели 3.1. Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции. 3.2. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных. 3.3. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями. Общая постановка задач с начальными условиями. Требования к разностному решению задач с начальными условиями: согласованность разностной аппроксимации, точность разностной аппроксимации, устойчивость разностной схемы, эффективность разностной схемы. 3.4. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями. Общая постановка краевых задач. Требования к разностному решению краевых задач. 3.5. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод с перешагиванием. Явный двухшаговый метод. Неявный метод второго порядка. Метод Рунге-Кутты. 3.6. Численное интегрирование уравнений в частных производных. 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	Практическая работа зачет

Раздел 4 Численные методы матричной алгебры 4.1. Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разреженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов. 4.2. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача. 4.3. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (одномерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона). 4.4. Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.	Практическая работа Зачет
Раздел 5 Моделирование диффузионных процессов 5.1. Диффузионные процессы в физической электронике. 5.2. Математические модели диффузионных процессов. Уравнения математической физики, возникающие в задачах диффузии. 5.3. Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов	Практическая работа зачет
Раздел 6 Моделирование тепловых процессов 6.1. Тепловые задачи в электронике. 6.2. Математические модели тепловых процессов. Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий. Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен. 6.3. Постановка краевых тепловых задач. 6.4. Моделирование стационарного распределения температуры. 6.5. Моделирование нестационарного нагрева	Практическая работа зачет
Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей 7.1. Электродинамические задачи в электронике. 7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях. 7.3. Моделирование потенциальных полей. Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм	Практическая работа зачет
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	
Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели	Практическая работа зачет

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

6.1. Тепловые задачи в электронике. 6.2. Математические модели тепловых процессов. Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий. Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен. 6.3. Постановка краевых тепловых задач. 6.4. Моделирование стационарного распределения температуры. 6.5. Моделирование нестационарного нагрева	
Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей 7.1. Электродинамические задачи в электронике. 7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях. 7.3. Моделирование потенциальных полей. Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм	Практическая работа зачет
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований Знает методы математического моделирования, его элементы, их характеристики и взаимосвязи; классификацию типов моделей, их назначения и характеристики. Умеет создавать модели объектов и физических процессов, формировать их дискретизацию. Владеет навыками применения метода конечных разностей, анализа и проверки моделей объектов и процессов с реализацией их в инструментальных программных пакетах моделирования	
Раздел II Основные принципы математического моделирования 2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход. 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	зачет
Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели	Практическая работа зачет

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

6.1. Тепловые задачи в электронике. 6.2. Математические модели тепловых процессов. Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий. Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен. 6.3. Постановка краевых тепловых задач. 6.4. Моделирование стационарного распределения температуры. 6.5. Моделирование нестационарного нагрева	
Раздел 7 Моделирование электромагнитных полей 7.1. Электродинамические задачи в электронике. 7.2. Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях. 7.3. Моделирование потенциальных полей. Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм	Практическая работа зачет
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
Раздел II Основные принципы математического моделирования 2.1. Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход. 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	зачет
Раздел 3 Численное решение уравнений математической модели	Практическая работа зачет

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

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

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

$$d/dt(du(x,t)/dt) = v^2 d/dx(du(x,t)/dx),$$

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 называют прямой волной, движущейся в направлении возрастания x . Таким образом, $f_1(x-vt)=U_{пр}(x,t)$.

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

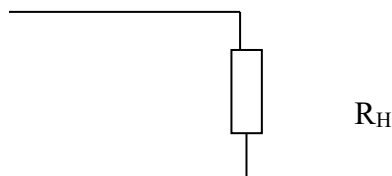
Ток в линии также состоит из двух волн:

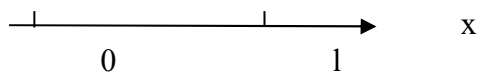
$$i(x,t)=I_{пр}(x,t)+I_{обр}(x,t)=U_{пр}(x,t)/W - U_{обр}(x,t)/W.$$

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

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 $u(1,t) = R_H \cdot i(1,t)$. 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

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

Коэффициент

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

называют коэффициентом отражения.

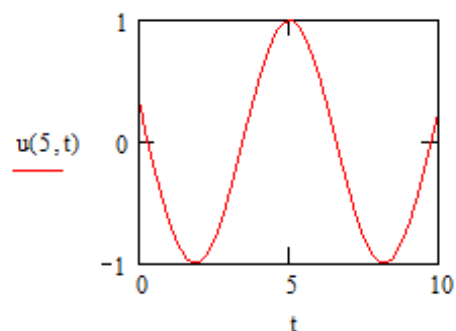
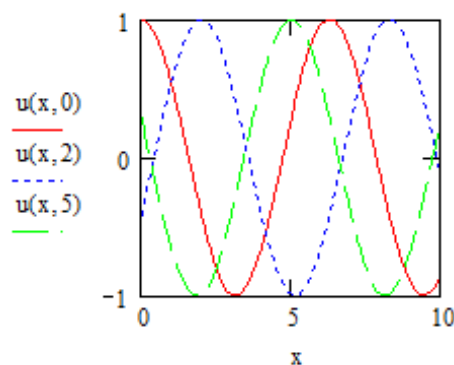
Если при $t=0$ $U_{\text{обр}}(x)=0$, а $U_{\text{пр}}(x)$ отлично от нуля, то при $t \gg 1/v$ оказывается, что $U_{\text{обр}}(x+vt) = \Gamma \cdot U_{\text{пр}}(x-vt)$. Этот процесс называют отражением электромагнитной волны от нагрузки. Например, если $R_H = W$, $\Gamma = 0$, то обратной волны не 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.

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

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



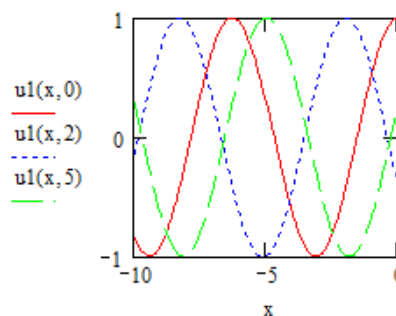
Изменение волны напряжения во временном пространстве можно получить, если зафиксировать координату x и рассматривать изменение напряжения в данной точке в зависимости от времени (см. выше правый рис.)

Связь между колебаниями в координатном пространстве и во временном выражается соотношением $\text{длина волны} = \text{скорость волны} \cdot \text{период колебания}$;

$$L = v \cdot T.$$

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

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



Задание:

1. 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 l при $R_n = 0$.

3.3 Типовые контрольные задания

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Математическое моделирование - как способ теоретического исследования сложных объектов, процессов, явлений на основе их математического описания.
2. Сущность метода математического моделирования.
Этапы математического моделирования. Методы получения математических моделей.
3. Метод конечных разностей - универсальным методом приближенного решения дифференциальных уравнений математической модели.
4. 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.
5. Основные понятия, связанные с КР-схемами: аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость условная и абсолютная, сходимость, порядок сходимости, консервативность.
6. Постановка задач математической физики. Основные определения конечно-разностных (КР) схем в задачах для УМФ.
7. 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.
9. Численное решение задач, описываемых уравнениями в частных производных. Типы дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Разностные схемы решения задач для уравнений гиперболического типа. Явная, неявная схемы, исследование их аппроксимации и устойчивости.
11. Конечно-разностный метод решения задач для уравнений параболического типа. Схемы: явная и неявная. Исследование их аппроксимации и устойчивости.
12. Разностные методы решения задач для уравнений эллиптического типа. Итерационный алгоритм Либмана.
13. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.
14. 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: «Математическое 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_СРС.doc) и в электронно-информационной образовательной среде, и доступны по URL – <https://aup.uisi.ru/3584231/>