Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.10.2023 10:31:18
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы в электронной технике

Специальность
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Профиль
Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н.  А.А. Филимонова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2 Основная литература 8
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5 Материально-техническое обеспечение 10
6 Методические рекомендации 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7 Фонд оценочных средств 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 13
7.3 Оценочные средства 19

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины является обучение студентов методам приближенного решения задач математического анализа, алгебры, а также применению полученных знаний и навыков к решению ряда профессиональных задач.

Задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с понятиями, методами и средствами вычисления в сложных профессиональных задачах; научить решать профессиональные задачи с заданной точностью с помощью численных методов; оценивать возможности их использования при разработке радиоэлектронных систем различного назначения.

Обучение по дисциплине «Численные методы в электронной технике» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-9. Способен разработать концепции автоматизированной системы управления радиотехническими системами передачи информации	ИПК-9.1 Применят правила разработки проектов автоматизированной системы управления радиотехническими системами передачи информации; ИПК-9.2 Анализирует современные программные средства процессов и объектов автоматизации и управления, определяет характеристики объекта автоматизации; ИПК-9.3 Разрабатывает и выбирает оптимальные структурные схемы автоматизированной системы управления радиотехническими системами передачи информации	**Знать:** классические численные методы решения математических задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения. **Уметь:** решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе формализации и решения задач в сфере профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на

		оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов. **Владеть:** навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Высшая математика
Интеллектуальный анализ данных
Кодирование и шифрование информации в радиоэлектронных системах
Объектно-ориентированное программирование
Радиоавтоматика
Статистическая радиотехника

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			10
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	0	0
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекциям	30	30
2.2	Подготовка к контрольным работам	30	30
2.3	Подготовка к экзамену по дисциплине	12	12
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	-	Экзамен
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Теория погрешностей**	**22**	**6**	**4**	**0**	**0**	**12**
1.1	Тема 1. Понятие абсолютной и относительной погрешностей, верные и значащие цифры, правила округления по Крылову.	8	2	0	0	0	6
1.2	Тема 2. Погрешности арифметических операций, погрешности вычисления функций, корректность, устойчивость, сходимость итерационных процессов	14	4	4	0	0	6
2	**Раздел 2. Численное решение уравнений и систем уравнений**	**22**	**6**	**4**	**0**	**0**	**12**
2.1	Тема 1. Отделение корней уравнения. Методы половинного деления, хорд, касательных, комбинированный решения уравнений	8	2	0	0	0	6
2.2	Тема 2. Точные методы решения СЛАУ. Итерационные методы решения уравнений и систем уравнений	14	4	4	0	0	6
3	**Раздел 3. Применение численных методов в инженерных исследованиях**	**30**	**6**	**8**	**0**	**0**	**16**
3.1	Тема 1. Численное интерполирование.	14	2	4	0	0	8
3.2	Тема 2. Методы Лагранжа и Ньютона	16	4	4	0	0	8
4	**Раздел 4. Численные методы математического анализа**	**34**	**6**	**12**	**0**	**0**	**16**
4.1	Тема 1. Численное интегрирование и дифференцирование	16	2	6	0	0	8
4.2	Тема 2. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений	18	4	6	0	0	8
5	**Раздел 5. Равномерное приближение функций**	**36**	**12**	**8**	**0**	**0**	**16**
5.1	Тема 1. Метод наименьших квадратов	18	6	4	0	0	8

5.2	Тема 2. Точные методы решения СЛАУ	18	6	4	0	0	8
	Итого	**144**	**36**	**36**	**0**	**0**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Теория погрешностей

Тема 1. Понятие абсолютной и относительной погрешностей, верные и значащие цифры, правила округления по Крылову.

Тема 2. Погрешности арифметических операций, погрешности вычисления функций, корректность, устойчивость, сходимость итерационных процессов

Раздел 2. Численное решение уравнений и систем уравнений

Тема 1. Отделение корней уравнения. Методы половинного деления, хорд, касательных, комбинированный решения уравнений

Тема 2. Итерационные методы решения уравнений и систем уравнений. Точные методы решения СЛАУ: метод Крамера, метод Гаусса, метод обратной матрицы. Итерационные методы: метод простых итерация, метод Зейделя.

Раздел 3. Применение численных методов в инженерных исследованиях

Тема 1. Численное интерполирование.

Тема 2. Методы Лагранжа и Ньютона

Раздел 4. Численные методы математического анализа

Тема 1. Численное интегрирование и дифференцирование. Численное интегрирование: постановка задачи, метод левых и правых прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона. Численное дифференцирование: постановка задачи, разделенные разности, использование интерполяционных полиномов.

Тема 2. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Методы группы Рунге-Кутта.

Раздел 5. Равномерное приближение функций

Тема 1. Метод наименьших квадратов. Простейшая линейная и квадратичная интерполяция. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Сплайн-интерполяция. Выбор наилучших точек для интерполяции. Аппроксимация с помощью функции. Метод наименьших квадратов для вычисления коэффициентов.

Тема 2. Точные методы решения СЛАУ.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1. Численное решение нелинейного уравнения.

Практическая работа 2. Численное решение систем линейных уравнений прямыми методами.

Практическая работа 3. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.

Практическая работа 4. Численное решение систем линейных уравнений прямыми итерационными методами.

Практическая работа 5. Методы приближения функций полиномами n-той степени, степенной функцией.

Практическая работа 6. Методы приближения функций полиномами экспонентой, логарифмом, тригонометрическими функциями.

Практическая работа 7. Численное решение систем нелинейных уравнений

Практическая работа 8. Численное дифференцирование функций.

Практическая работа 9. Численное интегрирование.

Практическая работа 10. Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников.

Практическая работа 11. Численное интегрирование с использованием формулы трапеций.

Практическая работа 12. Численное интегрирование с использованием формулы Симпсона.

Практическая работа 13. Приближение функций

Практическая работа 14. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью метода Рунге-Кутта.

Практическая работа 15. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности

Практическая работа 16. Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения

Практическая работа 17. Численные методы решения интегральных уравнений.

Практическая работа 18. Метод наименьших квадратов

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126099.

2. Легостаев, Н. С. Методы анализа и расчета электронных схем : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Москва : ТУСУР, 2014. — 237 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110344.

3. Козловский, В. Н. Теоретические основы электротехники : учебное пособие / В. Н. Козловский, М. В. Шакурский. — Самара : АСИ СамГТУ, [б. г.]. — Часть 1 : Численные методы анализа установившихся режимов в линейных электрических цепях — 2018. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/127658.

4. Пилипенко, А. М. Тестовые задачи для оценки эффективности методов численного моделирования радиоэлектронных компонентов и цепей : монография / А. М. Пилипенко. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. — 104 с. — ISBN 978-5-9275-2795-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/125021.

5. Численные методы в теории управления : учебное пособие / Г. Л. Павлов, В. Б. Сучков, И. В. Муратов, Ю. В. Каракулин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. — 60 с. — ISBN 978-5-7038-5349-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/205598.

4.3 Дополнительная литература

1. Локтионов, И. К. Численные методы : учебник / И. К. Локтионов, Л. П. Мироненко, В. В. Турупалов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 380 с. — ISBN 978-5-9729-0786-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/282047.

2. Перов, А. А. Численные методы в физических исследованиях : учебно-методическое пособие / А. А. Перов, А. П. Протогенов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2018. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/144790.

3. Мережин, Н. И. Аналого-цифровые методы моделирования радиоэлектронных компонентов и устройств : монография / Н. И. Мережин. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 135 с. — ISBN 978-5-9275-2287-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/114436.

4. Шакурский, В. К. Теоретические основы электротехники : учебное пособие : в 2 частях / В. К. Шакурский. — Тольятти : ТГУ, 2013 — Часть 2 : Аналитические и численные методы анализа переходных процессов в линейных, нелинейных и параметрических электрических цепях — 2013. — 211 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139770.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Microsoft-Windows
3. Math Works-MATLAB, Simulink

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной практической работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Численные методы в электронной технике» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным практическим работам и подготовка к их защите;
- подготовка к экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- практические работы;
- тестирование;
- контрольные работы;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-9.	Способен разработать концепции автоматизированной системы управления радиотехническими системами передачи информации

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Численные методы в электронной технике».

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Контрольная работа	Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов, алгоритмов, использования терминологии и выводы.
2	Текущий	Тестирование	Тестирование проводится на последнем занятии изучаемой темы. Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. В рамках тестирования проверяется владение терминологией и знание теоретической базы.
3	Текущий	Практическая работа	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
4	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам

			выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Численные методы в электронной технике».

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: классические численные методы решения математических	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:

задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения.	соответствие следующих знаний: классические численные методы решения математических задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения.	классические численные методы решения математических задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	классические численные методы решения математических задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	классические численные методы решения математических задач оптимизации, применяемые в радиотехнических системах; методологические основы математического программирования, классификацию и основные подходы к решению численных задач; конкретные методы решения численных задач различных классов, с учетом особенностей компьютерной реализации алгоритмов и анализа алгоритмической сложности; основные понятия, задачи и методы вычислительной математики; постановки типовых математических задач, численные методы и алгоритмы их решения. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе формализации и решения задач в сфере	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе формализации и решения задач в	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе формализации и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе формализации и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать основные типы вычислительных задач; применять современные численные методы в процессе

профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов.	сфере профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов.	решения задач в сфере профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	решения задач в сфере профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	формализации и решения задач в сфере профессиональной деятельности; разрабатывать алгоритм решения поставленной задачи на основе численных методов оптимизации; проводить исследование на оптимальность разработки электронной техники с применением численных методов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: навыками решения типовых математических задач в радиотехнических системах с помощью численных методов при использовании средств вычислительной техники; навыками разработки электронной техники с применением численных методов. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела.

	содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено,	Билеты состоят из вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа.

	необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	
Тестирование по пройденной теме	Тест содержит 20 заданий, правильный ответ на 1 задание соответствует 1 баллу. Время тестирования - 30 минут. Студенту предоставляется две попытки для прохождения теста. Максимальная оценка за тест - 20 баллов. Тест считается успешно пройденным, если студент дал не менее 60% правильных ответов (набрал не менее 12 баллов).	Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.
Подготовка и защита отчета по практической работе	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. Отчет по практической работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовой комплект контрольных работ

Контрольная работа № 1

1. Оценить предельную абсолютную погрешность приближенного значения a_p = 2,72 числа e, если известно, что e = 2,718281828459045.

2. Пусть длина бруска измерена сантиметровой линейкой и получено приближенное значение a_p = 251 см. Найти предельную относительную погрешность?

3. Определить предельную относительную и абсолютную погрешности значения x =125±5%.

Контрольная работа № 2

1. Для функции, заданной таблично

x	y	Δy	$\Delta^2 y$	$\Delta^3 y$	$\Delta^4 y$	$\Delta^5 y$
0	1,2833					
0,1	1,8107	0,5274	0,0325	0,0047	0,0002	0,0000
0,2	2,3606	0,5599	0,0372	0,0049	0,0002	
0,3	2,9577	0,5971	0,0421	0,0051		
0,4	3,5969	0,6392	0,0472			
0,5	4,2833	0,6864				

вычислить в точке x = 0,1 первую $f'(x)$ и вторую $f''(x)$ производные.

2. По формуле Гаусса при n = 5 вычислить $I = \int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$.

3. С помощью формулы Симпсона вычислить $I = \int_{\pi/4}^{\pi/2} \frac{\sin x}{x} dx$ с точностью ε = 10^{-3}.

4. Вычислить интеграл $I = \int_0^1 e^x dx$ с помощью трех квадратурных формул и сравнить ответ с точным значением $I = e - 1$ = 1,7182818.

Контрольная работа № 3

1. По методу Эйлера составить таблицу решения на отрезке [0;1] для уравнения $y' = y - \frac{2x}{y}$ с начальным условием $y(0) = 1$, выбрав шаг h = 0,2.

2. Вычислить производную от $y = x^3$ для x = 1.

3. Найти выражение для производной y'_1 в случае четырех узлов (n=3), h = const.

Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию.

1. Дан массив данных, полученных при анализе информационной системы. Если провести аппроксимацию данных, для чего лучше будет использовать полученные результаты?

а) решение дифференциального уравнения, описывающего функционирование части системы

б) восполнение пропущенных значений

в) решение системы уравнений, которой удовлетворяют параметры этой системы

г) долгосрочное прогнозирование

2. Для решения какой численной задачи мы можем использовать метод Симпсона?

а) вычисление определенного интеграла

б) решение системы нелинейных уравнений

в) нахождение минимума функции

г) решение дифференциального уравнения

3. Какой метод решения СЛАУ имеет достаточное условие сходимости вида: сумма коэффициентов уравнения (кроме диагонального элемента), взятых по модулю, должна быть меньше либо равна модулю диагонального элемента?

а) метод Зейделя

б) метод обратной матрицы

в) метод Крамера

г) метод Гаусса

4. При анализе системы возникла необходимость вычисления определенного интеграла. Для решения используем метод трапеций. За счет чего точность этого метода выше, чем точность метода прямоугольников?

а) в методе трапеций используется интерполяция первого порядка

б) в методе трапеций используется интерполяция третьего порядка

в) метод трапеций не точнее метода прямоугольников

г) в методе трапеций используется интерполяция второго порядка

5. Дан массив данных, полученных при анализе информационной системы. Если провести интерполяцию данных, для чего лучше не использовать полученные результаты?

а) поиск минимума интерполирующей функции, как описывающей поведение части системы

б) интегрирование полученной интерполирующей функции

в) прогнозирование на большой период динамики этих данных

г) дифференцирование полученной интерполирующей функции

6. В рамках вычисления оптимальных параметров необходимо решить систему линейных уравнений. Если применим для решения метод Крамера, то с какой особенностью применения этого метода мы столкнемся?

а) этот метод сходится при выполнении некоторого достаточного условия

б) при работе метода требуется вычислять определители матриц

в) это итерационный метод

г) в этом методе надо сводить систему к диагональному виду

7. Какое из действий не входит в состав процедуры отделения корня нелинейного уравнения?

а) построение процесса, сужающего границы выбранного отрезка

б) выяснение интервалов монотонности функции, задающей уравнение

в) выяснение того, что корень единственный

г) выбор отрезка, на котором имеется корень

8. Если набор известных точек приближенно описать функцией, которая проходит через каждую точку, то как эта функция называется?

а) интерполирующая

б) экстраполирующая

в) итерационная

г) огибающая

9. Если решить методом Эйлера дифференциальное уравнение, описывающее функционирование части системы, что будет получено в результате?

а) другое уравнение

б) набор чисел, задающих функцию

в) ничего не будет получено, так как этот метод неприменим к решению дифференциальных уравнений

г) функция в аналитическом виде

10. В процессе анализа структуры информационной системы возникла необходимость решения системы нелинейных уравнений. Какой метод будет более сложен для использования: метод Ньютона или метод простых итераций?

а) метод простых итераций, так как при его реализации необходимо вычислять производные на каждом шаге

б) метод простых итераций, так как при его реализации на каждой итерации используются результаты, полученной уже на этой реализации

в) метод Ньютона, так как при его реализации необходимо вычислять производные на каждом шаге

г) ни один из этих методов не используется для решения системы нелинейных уравнений

11. В процессе анализа данных необходимо решить нелинейное уравнение. При выполнении какого достаточного условия решение может быть найдено с помощью метода простых итераций?

а) модуль производной вспомогательной функции должен быть меньше единицы

б) модули диагональных элементов должны быть больше или равны сумме модулей остальных коэффициентов этого же уравнения

в) модуль производной вспомогательной функции должен быть больше нуля

г) ограничение числа итераций

12. Если математическую задачу неудобно или невозможно решить аналитическим методом и мы применяем итерационный метод, то что всегда необходимо задавать при решении задачи таким методом?

а) точность приближения

б) интервал неопределенности, который содержит решение

в) направление движения

г) длину шага на итерации

13. Для решения какой численной задачи мы можем использовать метод Рунге-Кутта?

а) нахождение минимума функции

б) решение системы нелинейных уравнений

в) вычисление определенного интеграла

г) решения дифференциального уравнения

14. Что такое сглаживающий сплайн

1) приближенное представление кусочно-непрерывной функции

2) интерполирующая кусочно-непрерывная функция

3) экстраполирующая кусочно-непрерывная функция

4) интерполирующая кусочно-разрывная функция

15. Укажите численное представление 1-й производной первого порядка аппроксимации

1) (fi - fi+1)/h

2) (fi+1 - fi-1)/2h

3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2

4) Нет таких вариантов

16. Укажите численное представление 1-й производной второго порядка аппроксимации

1) (fi - fi+1)/h

2) (fi+1 - fi-1)/2h

3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2

4) Нет таких вариантов

17. Укажите численное представление 1-й производной третьего порядка аппроксимации

1) (fi - fi+1)/h

2) (fi+1 - fi-1)/2h

3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2

4) Нет таких вариантов

18. Укажите численное представление 2-й производной второго порядка аппроксимации

1) (fi - fi+1)/h

2) (fi+1 - fi-1)/2h

3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2

4) Нет таких вариантов

19. Укажите существующую форму задачи линейного программирования

1) каноническая

2) кубическая

3) квадратная

4) линейная

20. Укажите существующую форму задачи линейного программирования

1) симметричная

2) несимметричная

3) левая

4) правая

21. Методы Рунге-Кутта служат для

1) численного решения дифференциальных уравнений

2) аналитического решения дифференциальных уравнений

3) численного решения интегральных уравнений

4) аналитического решения интегральных уравнений

22. Точность метода Рунге-Кутта

1) выше первого порядка

2) первого порядка
3) второго порядка
4) четвертого порядка
23. Метод проекции градиента предназначен для
1) численного решения задач оптимизации
2) аналитического решения задач оптимизации
3) численного решения экстраполяционных задач
4) аналитического решения экстраполяционных задач

Вопросы для подготовки к практическим работам

1. Погрешности вычислений и их классификация.
2. Абсолютная и относительная погрешность.
3. Погрешность вычисления значения функции.
4. Оценки погрешностей арифметических операций.
5. Методы решения алгебраических уравнений: дихотомии, хорд, касательных, секущих, модификации метода Ньютона. Алгоритм, скорость сходимости, оценка погрешности.
6. Метод простых итераций. Минимизация погрешности.
7. Итерационные методы решения СЛАУ. Критерий сходимости
8. Каноническая форма итерационных методов, теорема о достаточных условиях сходимости.
9. Метод Якоби, метод Зейделя, метод релаксации, метод простых итераций.
10. Вариационно-итерационные методы. Теорема о минимуме функции.
11. Метод минимальных невязок.
12. Алгебраическая проблема собственных значений. Степенной метод.
13. Метод вращений.
14. Задача интерполяции. Многочлен Лагранжа. Остаточный член.
15. Многочлены Чебышева и их свойства.
16. Минимизация остаточного члена.
17. Интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями.
18. Понятие сходимости интерполяционных многочленов и ее условия.
19. Линейный интерполяционный сплайн.
20. Кубический интерполяционный сплайн.
21. Наилучшие приближения в нормированных пространствах. Нахождение ЭНП в гильбертовом пространстве
22. Метод наименьших квадратов.
23. Численное дифференцирование. Разностные производные первого и второго порядка.
24. Влияние погрешности исходных данных на погрешность численного дифференцирования.
25. Метод Рунге оценки погрешности.
26. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
27. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Общий вид.
28. Квадратурная формула Гаусса.
29. Метод Эйлера для задачи Коши с ОДУ 1-го порядка. Аппроксимация и сходимость.
30. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Основная теорема.
31. Методы Рунге-Кутты второго порядка. Построение, погрешность аппроксимации
32. Явные и неявные схемы Адамса. Построение, погрешность аппроксимации.
33. Разностные схемы для краевой задачи с ОДУ 2-го порядка.
34. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей.
35. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.

36. Устойчивость явной и неявной разностных схем для уравнения теплопроводности
37. Разностная схема для уравнения Пуассона. Построение, погрешность аппроксимации.
38. Теорема сравнения. Сходимость разностной схемы для уравнения Пуассона.
39. Разностная схема для волнового уравнения. Построение, погрешность аппроксимации
40. Понятие некорректной задачи и методы регуляризации для ее приближенного решения.

Примеры заданий практических работ

Приближённое вычисление интеграла методом Симпсона

1. Выбрать чётное число N для составной формулы Симпсона.
2. Написать подпрограмму-функцию для вычисления подынтегральной функции.
3. Составить головную программу.
4. Произвести вычисления по программе.

Варианты заданий.

1. $\int_{9}^{1} \cos\left(x + x^3\right) dx$
2. $\int_{0}^{1} \sin\left(x^4 + 2x^3 + x^2\right) dx$
3. $\int_{0}^{1} e^{\sin x} dx$
4. $\int_{0}^{1} \sin x e^{-x^2} dx$
5. $\int_{0}^{1} e^{\cos x} dx$
6. $\int_{0}^{1} chx^2 dx$
7. $\int_{0}^{1} \cos x^2 dx$
10. $\int_{1}^{2} \sin 2x e^{-x^2} dx$
11. $\int_{1}^{2} e^{-\left(x + x^{-1}\right)} dx$
12. $\int_{1}^{2} \ln x \left(x+1\right)^{-1} dx$
13. $\int_{\pi/2}^{\pi} \sqrt{x} e^{-x^2} dx$
14. $\int_{0}^{1} \cos x^3 dx$
15. $\int_{0}^{1} \cos x^2 dx$
16. $\int_{\pi/4}^{\pi/2} \ln \sin x dx$

8. $\int_0^1 \sin\left(x+x^3\right)dx$

9. $\int_0^1 \cos x e^{-x^2}\,dx$

17. $\int_0^{\pi} \cos\left(2\sin x\right)dx$

18. $\int_0^{\pi} x^2 e^{-x^2}\,dx$

19. $\int_0^{\pi} x^4 e^{-x^2}\,dx$

20. $\int_{\pi/2}^{\pi} \cos\left(x+x^3\right)dx$

21. $\int_1^2 \sin x^3\,dx$

22. $\int_1^2 x^{-1}\ln\left(1+x\right)dx$

23. $\int_1^2 x^{-1}e^{x}\,dx$

Тригонометрическая интерполяция

Построить интерполяционный тригонометрический многочлен, аппроксимирующий функцию, заданную в точках $x_i = \dfrac{2\pi(i-1)}{2N+1}$ $(i = 1,2,...,2N+1)$ таблицей значений

Вариант 1	1.00; 1.803; 3.085; 4.776; 6.434; 7.347; 7.027; 5.652; 3.897; 2.381; 1.347; 7.422; 0.419; 0.256; 0.176; 0.142; 0.136; 0.155; 0.209; 0.324; 0.554
Вариант 2	7.38; 6.76; 5.22; 3.47; 2.07; 1.16; 0.64; 0.36; 0.23; 0.16; 0.13; 0.13; 0.16; 0.23; 0.37; 0.64; 1.16; 2.08; 3.48; 5.22; 6.76
Вариант 3	–1.24; –1.17; –1.08; –0.96; –0.84; –0.79; –0.8; –0.9; –1.1; –1.21; –1.02; –1.28; –1.32; –1.34: –1.36; –1.37; –1.37; –1.36; –1.35; –1.33; –1.30
Вариант 4	–3.0; –3.58; –4.12; –4.56; –4.86; –4.99; –4.94; –4.73; –4.36; –3.86; –3.30; –2.7; –1.64; –1.26; –1.05; –1.00; –1.13; –1.43; –1.87; –2.43
Вариант 5	1.0; 1.05; 90.6; 520.4; 1714.7; 2915.0; 2439.2; 1020.6; 230.7; 32.17; 3.29; 0.3; 0.03; 0.004; 0.001; 0.0003; 0.0006; 0.002; 0.01; 0.09; 0.9
Вариант 6	2980.1; 2089.3; 742.4; 146.6; 18.6; 1.8; 0.16; 0.02; 0.003; 0.001; 0.001; 0.001; 0.002; 0.003; 0.018; 0.9; 1.22; 18.6; 146.6; 742.5; 2089.7
Вариант 7	1.0; 1.34; 1.75; 2.18; 2.53; 2.71; 2.65; 2.37; 1.97; 1.54; 1.16; 0.86; 0.64; 0.5; 0.42; 0.37; 0.36; 0.39; 0.45; 0.56; 0.74
Вариант 8	2.71; 2.6; 2.28; 1.86; 1.44; 1.07; 0.8; 0.46; 0.42; 0.4; 0.37; 0.37; 0.4; 0.48; 0.6; 1.07; 1.44; 1.86; 2.28; 2.6
Вариант 9	–1.32; –1.28; –1.26; –1.24; 1.25; –1.25; –1.25; –1.26; –1.27; –1.29; –1.29; –1.33; –1.34; –1.37; –1.37; –1.37; –1.37; –1.36; –1.36; –1.35; –1.34
Вариант 10	–4.0; –4.2; –4.5; –4.7; –4.9; –5.0; –4.9; –4.9; –4.8; –4.6; –4.4; –4.1; –3.8; –3.5; –3.1; –3.0; –3.0; –3.0; –3.0; –3.1; –3.2; –3.4; –3.7
Вариант 11	1.0; 2.4; 5.4; 10.4; 16.3; 19.9; 18.6; 13.4; 7.7; 3.6; 1.6; 0.64; 0.27; 0.13; 0.07; 0.05; 0.05; 0.06; 0.09; 0.18; 0.4
Вариант 12	20.0; 17.5; 11.9; 6.4; 2.9; 1.2; 2.9; 0.5; 0.2; 0.1; 0.06; 0.05; 0.05; 0.06; 0.1; 0.5; 1.0; 1.2; 2.9; 6.4; 11.9; 17.5

Вариант 13	–1.1; –0.8; –0.3; 0.3; 0.7; 0.8; 0.7; 0.5; 0.04; –0.6; –0.9; –1.1; –1.27; –1.32; –1.35; –1.37; –1.37; –1.36; –1.34; –1.3; –1.2
Вариант 14	–2.0; –2.8; –3.7; –4.3; –4.7; –4.9; –4.5; –4.1; –3.3; –2.4; –1.5; –0.6; –0.04; 0.6; 0.92; 0.99; 0.79; 0.34; –0.3; –1.1
Вариант 15	1.1; 3.2; 9.5; 22.8; 41.4; 53.9; 49.4; 31.9; 15.2; 5.7; 1.8; 0.55; 0.17; 0.06; 0.03; 0.02; 0.01; 0.02; 0.04; 0.1; 0.3
Вариант 16	–0.78; –1.22; –1.34; –1.39; –1.42; –1.43; –1.42; –1.41; –1.37; –1.3; –1.1; –0.1; 1.1; 1.2; 1.33; 1.36; 1.37; 1.35; 1.3; 1.17; 0.65
Вариант 17	54.5; 45.7; 27.2; 12.1; 4.3; 1.3; 0.4; 0.13; 0.05; 0.03; 0.02; 0.02; 0.03; 0.05; 0.13; 0.41; 1.3; 4.3; 12.1; 21.2; 45.7
Вариант 18	–0.78; 0.18; 0.89; 1.13; 1.21; 1.18; 1.04; 0.63; –0.38; –1.01; –1.22; –1.3; –1.35; –1.36; –1.37; –1.36; –1.33; –1.27; –1.1
Вариант 19	–1.0; –2.1; 3.2; –4.1; –4.7; –4.9; –4.8; –4.4; –3.7; –2.7; –1.6; –0.4; 0.7; 1.7; 2.4; 2.9; 3.0; 2.7; 2.1; 1.2; 0.2
Вариант 20	1.0; 4.36; 16.7; 49.8; 105.0; 146.3; 130.9; 75.9; 30.0; 8.75; 2.1; 0.47; 0.11; 0.03; 0.01; 0.007; 0.006; 0.009; 0.02; 0.05; 0.2
Вариант 21	148.4; 118.8; 62.6; 22.5; 6.21; 1.45; 0.33; 0.08; 0.02; 0.01; 0.007; 0.007; 0.01; 0.02; 0.08; 0.32; 1.45; 6.2; 22.6; 62.2; 119.0
Вариант 22	0.0; 0.97; 1.23; 1.32; 1.36 1.37; 1.36; 1.34; 1.28; 1.13; 0.64; –0.64; –1.13; –1.28; –1.34; –1.37; –1.36; –1.32; –1.23; –0.9; –0.2
Вариант 23	–0.0001; –1.47; –2.8; –3.9; –4.65; –4.98; –4.87; –4.33; –3.4; –2.16; –0.74; 0.74; 2.17; 3.14; 4.33; 4.87; 4.98; 4.65; 3.9; 2.8; 1.4
Вариант 24	1.0; 5.8; 29.3; 108.9; 266.44 396.7; 347.1; 180.5; 59.2; 13.5; 2.4; 0.4; 0.07; 0.01; 0.005; 0.003; 0.002; 0.004; 0.009; 0.03; 0.1
Вариант 25	403.4; 309.0; 142.2; 42.1; 8.9; 1.56; 0.26; 0.05; 0.01; 0.0044; 0.0026; 0.0026; 0.0044; 0.01; 0.05; 0.263; 1.56; 8.95; 42.1; 142.2; 309.9
Вариант 26	0.78; 1.22; 1.34; 1.39; 1.42; 1.43; 1.42; 1.41; 1.37; 1.3; 1.1; 0.1; –1.1; –1.2; –1.33; –1.36; –1.37; –1.35; –1.3; 1.17; –0.65
Вариант 27	1.0; –0.77; –2.3; –3.6; –4.6; –4.9; –4.8; –4.1; –3.1; –1.6; 0.1; 1.9; 3.6; 5.1; 6.2; 6.84; 6.98; 6.58; 5.69; 4.4; 2.7
Вариант 28	1.0; 7.8; 51.5; 238.1; 675.9; 1075.4; 920.1; 429.3; 110.8; 20.8; 2.83; 0.35; 0.04; 0.01; 0.002; 0.001; 0.001; 0.001; 0.004; 0.02; 0.12
Вариант 29	1.10; 1.32; 1.40; 1.43; 1.45; 1.46; 1.44; 1.42; 1.37; 1.25; 0.76; –0.8; –1.22; –1.33; –1.36; –1.37; –1.35; –1.29; –1.1; –0.1
Вариант 30	2.0; –0.06; –1.9; –3.4; –4.9; –4.8; 4.0; –2.7; –1.1; 0.95; 3.0; 5.0; 6.7; 8.1; 8.8; 8.9; 8.5; 7.47; 5.94; 4.06

Метод простых итераций решения уравнения $f(x)=0$

Найти корень $f(x)=0$ при заданных значениях коэффициентов.

№ варианта	f(x)	a	b	c	d
1	$f(x)=tgax-bx$	1.5773	2.3041	–	–
2		2.2082	3.2258	–	–
3		3.7855	5.5300	–	–
4		9.1483	13.3641	–	–
5		5.9937	8.7558	–	–

6		7.8864	11.5207	–	–
7	$f(x)=\ln(ax)-bx+c$	7.622	8.59	0.5	–
8		6.0976	6.872	1.0	–
9		4.5732	5.154	1.5	–
10		3.9634	4.4868	2.0	–
11		3.0488	3.436	2.5	–
12		1.5244	1.718	3.0	–
13	$f(x)=a\sin bx-cx$	9.33	6.977	7.25	–
14		7.667	5.983	6	–
15		6.67	5.387	5.25	–
16		5.67	4.794	4.5	–
17		4.33	4.008	3.5	–
18		2.67	3.044	2.25	–
19	$f(x)=ac^{-bx}-x$	0.9737	0.5067	–	–
20		0.9286	0.5185	–	–
21		0.5458	0.5391	–	–
22		0.7593	0.5683	–	–
23		0.5909	0.6286	–	–
24		0.4474	0.6909	–	–
25		0.1667	0.8571	–	–
26		0.7308	0.5778	–	–
27		0.833	0.5455	–	–
28		0.1697	–0.5693	–1.6	3.73

29	$f(x)=ax^3+bx^2+cx+d$	1.039	–3.145	–1.94	8
30		4.6839	–14.04	–2.448	23.5

Приближённое решение уравнения $f(x)=0$ методом Ньютона

Найти корень уравнения $f(x)=0$.

№ варианта	(x)	a	b	c
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	$tgax-bx$	1.2618	1.8433	–
2		2.5237	3.6866	–
3		3.47	5.0691	–
4		8.8328	12.903	–
5		7.571	11.06	–
6		5.6782	8.2949	–
7	$\ln(ax)-bx+c$	1.2195	1.3744	0.5
8		2.7439	3.0924	1.0
9		3.6585	4.1232	1.5
10		4.2683	4.8104	2.0
11		5.7927	6.5284	2.5
12		7.3171	8.2402	3.0
1	2	3	4	5
13	$a\sin bx-cx$	2.33	2.857	2
14		4	3.8125	3.25
15		5.33	4.59	4.25
16		6	4.99	4.75
17		7	5.5857	5.5
18		9.667	7.176	7.5
19	$ae^{-bx}-x$	0.0714	0.933	–
20		0.3889	0.72	–
21		0.5476	0.6462	–
22		0.6304	0.6133	–
23		0.7	0.5882	–
24		0.8103	0.5524	–
25		0.875	0.533	–
26		0.9118	0.5231	–
27		0.9595	0.5103	–

Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона

Решить систему уравнений $\begin{cases} f(x,y)=0, \\ g(x,y)=0 \end{cases}$ при заданных значениях коэффициентов.

№ варианта		a	b	c	d	e
1	$f(x,y)=ax+tgxy,$ $g(x,y)=(y^2-b)^2+\ln x$	1.0	7.5			
2		2.0	6.0			
3		3.0	4.6			
4		4.0	3.0			
5		5.0	1.5			
6		6.0	2.0			
7	$f(x,y)=ax+by+x^2y,$ $g(x,y)=\cos y+cx$	0.16	2.1	1.0		
8		0.24	3.5	2.0		
9		0.32	4.9	3.0		
10		0.40	5.3	4.0		
11		0.48	6.7	5.0		
12		0.60	7.5	6.0		

13	$f(x,y)=\sin(x+a)+by+c,$ $g(x,y)=\cos(y+d)+ex$	0.4	3.5	–1.5	0.2	0.5
14		0.8	2.0	–1.0	0.6	0.6
15		1.2	0.5	–0.5	0.8	0.7
16		1.6	–1.0	0	1.2	0.8
17		1.8	–2.0	0.1	1.6	0.8
18		2.1	–3.0	0.4	1.8	1.2
19	$f(x,y)=tgax-\cos by,$ $g(x,y)=cy^3-x^2-4x-3$	1.0	1.5	2.0		
20		2.0	2.0	2.1		
21		3.0	2.5	2.2		
22		4.0	3.0	2.3		
23		5.0	3.5	2.4		
24		6.0	4.0	2.5		

Приближённое решение задачи Коши методом Эйлера

Решить на отрезке $[0,3]$ с шагом $0{,}1$ задачу Коши для системы второго порядка

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dx}=y_2, \\ \dfrac{dy_2}{dx}=f(x,y_1,y_2). \end{cases} \quad \begin{cases} y_1(0)=0, \\ y_2(0)=y_{20}. \end{cases}$$

№ варианта	$f(x,y_1,y_2)$	**a**	y_{20}
1	$-ae^{0.8x}$	0.01	0.5
2		0.02	1/3
3		0.03	0.25
4		0.04	0.2
5		0.05	1/6
6		0.06	1/7
7		0.07	0.125
8		0.08	1/9
9		0.09	0.1
10	$-axy_2-y_1$	0.01	0.2
11		0.02	0.33
12		0.03	0.25
13		0.04	0.2
14		0.05	1/6
15	$-ay_1e^{-x}$	0.01	0.5
16		0.02	1/3
17		0.03	0.25
18	$-0.04e^{-1.2x}$	–	0.2
19	$-0.04e^{-0.8x}$	–	0.2
20	$-axy_2-x^2y_1$	0.01	0.5
21		0.02	1/3
22		0.03	0.25
23		0.04	0.2
24		0.05	1/6
25		0.06	1/7

Приближённое решение задачи Коши методом Рунге Кутта

На отрезке $[0,3]$ с шагом $0{,}1$ решить задачу Коши для системы

$$\begin{cases} \dfrac{dy_1}{dx}=y_2, \\ \dfrac{dy_2}{dx}=f(x,y_1,y_2). \end{cases} \quad \begin{cases} y_1(0)=0, \\ y_2(0)=y_{20}. \end{cases}$$

№ варианта	$f(x, y_1, y_2)$	a	y_{20}
1	$-ae^{-0.6x}$	0.01	0.5
2		0.02	1/3
3		0.03	0.25
4		0.04	0.2
5		0.05	1/6
6		0.06	1/7
7		0.07	0.125
8		0.08	1/9
9		0.09	0.1
10	$-axy_2 - y_1$	0.06	1/7
11		0.07	0.125
12		0.08	1/9
13		0.09	0.1
14		0.1	1/11
15	$-ae^{-x}$	0.01	0.5
16		0.02	1/3
17		0.03	0.25
18		0.04	0.2
19		0.05	1/6
20	$-0.01e^{-ax}$	0.6	0.5
21		0.8	0.5
22		1.2	0.5
23	$-0.02e^{-ax}$	1.2	0.5
24	$-axy_2 - x^2 y_1$	0.14	1/15
25		0.15	1/16
26		0.16	1/17
27		0.17	1/18
28		0.18	1/19
29		0.19	0.05
30		0.2	1/21

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

Дайте определение многочлена наилучшего среднеквадратического приближения для функции.	ПК-9
Какова связь наилучшего среднеквадратического приближения и рядов Фурье?	ПК-9
Выражения для разностной производной, центральной разностной производной и второй разностной производной. Порядок точности этих формул.	ПК-9
Формулы численного интегрирования для частичного отрезка: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Порядок точности этих формул.	ПК-9
Понятия о методах оптимизации.	ПК-9
Классификация методов оптимизации.	ПК-9
Примеры задач из области оптимизации.	ПК-9
Формы записи задач линейного программирования.	ПК-9
Численные методы оптимизации. Методы первого порядка.	ПК-9
Численные методы оптимизации. Методы второго порядка.	ПК-9
Классификация линейных интегральных уравнений.	ПК-9
Дискретизация интегрального уравнения второго рода.	ПК-9
Методы нахождения корней: метод перебора, метод дихотомии.	ПК-9

Метод Ньютона; модификации метода Ньютона (упрощенный метод Ньютона, хорд, секущих.	ПК-9
Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона; чувствительность к погрешностям.	ПК-9
Формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной.	ПК-9
Общий способ получения формул численного дифференцирования.	ПК-9
Погрешности дифференцирования.	ПК-9
Обусловленность формул численного дифференцирования.	ПК-9
Численное решение нелинейного уравнения	ПК-9
Численное решение систем линейных уравнений прямыми методами	ПК-9
Численные методы решения систем нелинейных уравнений.	ПК-9
Численное решение систем линейных уравнений прямыми итерационными методами	ПК-9
Методы приближения функций полиномами n-той степени, степенной функцией, экспонентой, логарифмом, тригонометрическими функциями.	ПК-9
Численное решение систем нелинейных уравнений	ПК-9
Численное дифференцирование функций и численное интегрирование	ПК-9
Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников, формулы трапеций, Симпсона.	ПК-9
Приближение функций	ПК-9
Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью методов Рунге-Кутта, схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности.	ПК-9
Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения	ПК-9
Численные методы решения интегральных уравнений.	ПК-9
Метод наименьших квадратов	ПК-9
Приближение функций	ПК-9

Типовой вариант билета

по дисциплине **«Численные методы в электронной технике»**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Дисциплина «Численные методы в электронной технике»
Курс 5, семестр 10

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

1. Численные методы оптимизации. Методы первого порядка.
2. Примеры задач из области оптимизации в радиотехнических системах.
3. Построить на отрезке [0, 1] многочлен наилучшего среднеквадратического приближения Ф1(x)=c0+c1x для функции.
4. Вычислить интеграл $I = \int_0^1 e^x dx$ с помощью трех квадратурных формул и сравнить ответ с точным значением $I = e - 1 = 1{,}7182818$.