

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Численные методы и математическое моделирование

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности..

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Использует современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ИОПК 3.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения.

ИПК 2.1 Понимает принцип действия и модели разрабатываемого радиоэлектронного прибора или устройства.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

- тесты;
- контрольная работа
- опрос по теории.

Пример

Тест (ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3)

1. Модуль разности между точным и приближенным значениями некоторой величины называется - ?
 - а) абсолютной погрешностью приближенного числа
 - б) абсолютной погрешностью разности
 - в) относительной погрешностью приближенного числа
 - г) относительной погрешностью точного числа
 - д) относительной погрешностью разности
2. Относительная погрешность произведения равна - ?
 - а) сумме относительных погрешностей сомножителей
 - б) разности относительных погрешностей сомножителей
 - в) сумме абсолютных погрешностей сомножителей
 - г) разности абсолютных погрешностей сомножителей
3. Метод Гаусса для решения СЛАУ - ?
 - а) является прямым методом
 - б) является итерационным методом
 - в) частным случаем метода простых итераций
 - г) теоретически позволяет находить приближенное решение СЛАУ
4. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка является - ?
 - а) одношаговым
 - б) многошаговым
 - в) точным
 - г) прямым

Ключи: 1 а), 2 а), 3 а), 4 а).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

Контрольная работа №1 (ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3)

Примеры задач:

1. Используя методы отделения корней, найти все действительные корни нелинейного уравнения $e^x + 23\cos(x^2 - 5) - 7x + 10 = 0$. Абсолютную погрешность и полосу шума взять равными 10^{-6} . Корни уравнения находить методом дихотомии.
2. Найти все корни (действительные и комплексные) уравнения $x^4 - x^3 - 7x^2 - 8x - 6 = 0$, исключая найденные в процессе решения корни. Абсолютную погрешность и полосу шума взять равными 10^{-6} . Корни уравнения находить методом парабол.
3. Используя метод Зейделя найти решение СЛАУ:
 $-3.2x_1 + 14.2x_2 - 8.7x_3 - 8.8x_4 - 6.2x_5 = 135.54$
 $17.6x_1 - 3.7x_2 - 6.8x_3 - 2.6x_4 - 1.5x_5 = -18.99$
 $1.3x_1 - 3.0x_2 - 2.6x_3 + 22.3x_4 + 7.4x_5 = 49.34$
 $1.5x_1 + 2.3x_2 + 32.2x_3 + 5.4x_4 - 3.5x_5 = -125.06$
 $8.0x_1 - 3.7x_2 - 0.5x_3 - 4.1x_4 + 19.8x_5 = -99.9$

Вычислить невязку, нормы матрицы коэффициентов и числа обусловленности.

Абсолютную погрешность взять равной 10^{-6} .

Контрольная работа №2 (ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3)

1. По заданной таблице узлов и значений функции в узлах построить непрерывную функцию $\varphi(x)$. В заданном интервале найти все корни уравнения $\varphi(x) = 0$. Абсолютную погрешность и полосу шума взять равными 10^{-6} . Для построения функции $\varphi(x)$ использовать интерполяцию полиномом Ньютона. Корни уравнения находить методом Ньютона. Для проверки найти корень уравнения, используя обратную интерполяцию.

$$x_0 = 0.50 \quad f_0 = 0.10653$$

$$x_1 = 0.55 \quad f_1 = 0.07695$$

$$x_2 = 0.60 \quad f_2 = 0.04811$$

$$x_3 = 0.65 \quad f_3 = 0.02205$$

$$x_4 = 0.70 \quad f_4 = -0.00342$$

2. Дана таблица значений аргумента и функции. Полагая, что данные таблицы получены с точностью 0.005, определить оптимальное количество базисных функций для получения аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов. В качестве базисных функций выбрать степенные функции.

$$x_0 = 0.2 \quad f_0 = 0.199 \quad x_4 = 1.0 \quad f_4 = 0.841$$

$$x_1 = 0.4 \quad f_1 = 0.389 \quad x_5 = 1.2 \quad f_5 = 0.932$$

$$x_2 = 0.6 \quad f_2 = 0.565 \quad x_6 = 1.4 \quad f_6 = 0.985$$

$$x_3 = 0.8 \quad f_3 = 0.717 \quad x_7 = 1.6 \quad f_7 = 1.000$$

3. В заданном интервале найти все корни уравнения $F(x) = 0$. Абсолютную погрешность и полосу шума взять 10^{-6} . Корни уравнения находить методом секущих. Значение интеграла вычислить с точностью 10^{-6} методом Гаусса по двум точкам.

$$F(x) = \int_0^x \frac{\cos(t)}{1+t^2} dt - 0.58; \quad x \in [0.5, 10.0]$$

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если все задания без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнено более 70 процентов заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено более половины заданий, но менее 70 процентов.

Во всех остальных случаях ставится оценка «неудовлетворительно».

Примеры устных вопросов по теории:

1. Вопрос 1. Математическое моделирование. Этапы решения модельных задач. Достоинства и недостатки вычислительного эксперимента. Структура погрешности в задачах математического моделирования.

2. Вопрос 2. Абсолютная и относительная погрешности. Правила записи приближенных чисел. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

3. Вопрос 3. Способы и основные особенности представления вещественных чисел в компьютере. Стандарты представления вещественных чисел. Оценка диапазона значений и точности вещественных чисел. Способы повышения точности вычислений.

Ответы на теоретические вопросы оцениваются на экзамене.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в четвертом семестре проводится в два этапа. Первый этап заключается в прохождении итогового теста по курсу. Тест включает 24 вопроса (по 3 случайных вопроса по основным темам курса). По результатам тестирования студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Итоговый тест и теоретические вопросы в каждом билете сформулированы для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОПК-3, ПК-2, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вопрос 1. Математическое моделирование. Этапы решения модельных задач. Достоинства и недостатки вычислительного эксперимента. Структура погрешности в задачах математического моделирования.

2. Вопрос 2. Абсолютная и относительная погрешности. Правила записи приближенных чисел. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

3. Вопрос 3. Способы и основные особенности представления вещественных чисел в компьютере. Стандарты представления вещественных чисел. Оценка диапазона значений и точности вещественных чисел. Способы повышения точности вычислений.

4. Вопрос 4. Способы отделения корней нелинейного уравнений. Методы дихотомии и хорд (суть методов, графическая интерпретация, условия сходимости, сравнение методов).

5. Вопрос 5. Методы Ньютона и секущих (суть методов, графическая интерпретация, условия сходимости, сравнение методов). Модифицированный метод Ньютона.

6. Вопрос 6. Метод парабол (суть метода, графическая интерпретация, сравнение методами Ньютона и секущих). Исключение найденных корней уравнения.

7. Вопрос 7. Прямые методы решения СЛАУ. Метод Гаусса (суть метода, выбор главного элемента, оценка погрешности найденного решения).

8. Вопрос 8. Прямые методы решения СЛАУ для матриц специального вида (метод Холецкого, метод прогонки).

9. Вопрос 9. Итерационные методы решения СЛАУ. Методы простых итераций и Зейделя (суть методов, условия сходимости, сравнение методов).

10. Вопрос 10. Вычисление определителей и получение обратных матриц (алгоритмы методов вычислений).

11. Вопрос 11. Вычисление собственных значений и собственных векторов. Полная и частичная проблемы собственных значений. Методы вычисления собственных значений (основные идеи методов и алгоритм реализации).

12. Вопрос 12. Интерполяция зависимостей. Постановка задачи. Интерполяция каноническим полиномом.

13. Вопрос 13. Теорема о единственности интерполяционного полинома. Полиномы Ньютона и Лагранжа. Оценка погрешности аппроксимации полиномами. Обратная интерполяция.

14. Вопрос 14. Интерполяция сплайнами. Определение коэффициентов кубического сплайна.

15. Вопрос 15. Метод наименьших квадратов (условие применения, основная идея метода, матрица Грама). Выбор оптимального количества базисных функций.

16. Вопрос 16. Метод наименьших квадратов. Степенной базис. Базис в виде классических ортогональных полиномов. Базис в виде ортогональных полиномов дискретной переменной.

17. Вопрос 17. Методы Ньютона-Котеса (методы прямоугольников, трапеций, Симпсона). Основные идеи методов, графическая интерпретация, порядки методов.

18. Вопрос 18. Априорная и апостериорная оценки погрешности вычисления интегралов. Формулы Рунге. Алгоритм Эйткена.

19. Вопрос 19. Методы Гаусса для численного интегрирования. Основные идеи. Метод Гаусса для одной и двух точек.

20. Вопрос 20. Методы Монте-Карло для численного интегрирования.

21. Вопрос 21. Метод Эйлера (явный, неявный) для решения задачи Коши (Вывод формулы, графическая интерпретация метода, оценка погрешности).

22. Вопрос 22. Методы Рунге-Кутты (основные идеи). Методы Рунге-Кутты второго порядка (модифицированный и усовершенствованный метод Эйлера). Метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

23. Вопрос 23. Безусловная оптимизация функций. Метод золотого сечения.

24. Вопрос 24. Оптимизация многомерных функций. Методы координатного и градиентного спусков.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Для получения оценки **зачтено** в четвертом семестре необходимо выполнить все следующие условия.

1. Набрать не менее 70% от максимальной оценки по каждому из текущих тестов в системе iDO ТГУ.

2. Предоставлять на проверку преподавателю конспекты самоподготовки к практическим занятиям.

3. Вовремя, согласно графику, выполнить все практические задания и получить за них не ниже 70% в системе iDO ТГУ. За отчет, сданный после срока, начисляются штрафные баллы.

4. Ответить на вопросы итогового теста за четвертый семестр не ниже 70%.

При условии выполнения пп. 1–4 на минимальный балл, в случае несогласия с пересчитанной оценкой, студент может исправить оценку, ответив устно на вопрос по билету.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3)

1. Модуль разности между точным и приближенным значениями некоторой величины называется - ?
 - а) абсолютной погрешностью приближенного числа
 - б) абсолютной погрешностью разности
 - в) относительной погрешностью приближенного числа
 - г) относительной погрешностью точного числа
 - д) относительной погрешностью разности
2. Относительная погрешность произведения равна - ?
 - а) сумме относительных погрешностей сомножителей
 - б) разности относительных погрешностей сомножителей
 - в) сумме абсолютных погрешностей сомножителей
 - г) разности абсолютных погрешностей сомножителей
3. Метод Гаусса для решения СЛАУ - ?
 - а) является прямым методом
 - б) является итерационным методом
 - в) частным случаем метода простых итераций
 - г) теоретически позволяет находить приближенное решение СЛАУ

Ключи: 1 а), 2 а), 3 а).

Задачи (ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИПК 2.1, ИПК 2.2, ИПК 2.3)

1. Используя методы отделения корней, найти все действительные корни нелинейного уравнения $e^x + 23\cos(x^2 - 5) - 7x + 10 = 0$. Абсолютную погрешность и полосу шума взять равными 10^{-6} . Корни уравнения находить методом дихотомии.
 2. Найти все корни (действительные и комплексные) уравнения $x^4 - x^3 - 7x^2 - 8x - 6 = 0$, исключая найденные в процессе решения корни. Абсолютную погрешность и полосу шума взять равными 10^{-6} . Корни уравнения находить методом парабол.
 3. Используя метод Зейделя найти решение СЛАУ:
 $-3.2x_1 + 14.2x_2 - 8.7x_3 - 8.8x_4 - 6.2x_5 = 135.54$
 $17.6x_1 - 3.7x_2 - 6.8x_3 - 2.6x_4 - 1.5x_5 = -18.99$
 $1.3x_1 - 3.0x_2 - 2.6x_3 + 22.3x_4 + 7.4x_5 = 49.34$
 $1.5x_1 + 2.3x_2 + 32.2x_3 + 5.4x_4 - 3.5x_5 = -125.06$
 $8.0x_1 - 3.7x_2 - 0.5x_3 - 4.1x_4 + 19.8x_5 = -99.9$
- Вычислить невязку, нормы матрицы коэффициентов и числа обусловленности. Абсолютную погрешность взять равной 10^{-6} .

Информация о разработчиках

Жуков Андрей Александрович, кандидат физ.-мат. наук, доцент, кафедра радиоэлектроники, доцент