

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Оценочные материалы по дисциплине

Численные методы 2

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:
Математическое моделирование и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
К.И. Лившиц

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

ПК-3 Способен формализовывать, согласовывать и документировать требования к системе и подсистеме, обрабатывать запросы на изменение требований к системе и подсистеме, выявлять и формализовывать риски, анализировать проблемные ситуации..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1 Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.

ИОПК-3.2 Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.

ИОПК-3.3 Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.

ИОПК-3.4 Демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИПК-3.1 Реализовывает построение формализованной математической модели системы (подсистемы), введение целевой функции системы, подсистемы и ограничений, соответствующих требованиям к системе (подсистеме).

ИПК-3.2 Адаптирует формализованную математическую модель системы (подсистемы) к изменению требований (ограничений к целевой функции) к системе (подсистеме).

ИПК-3.3 Выявляет и формализовывает в виде математической модели возникающие при функционировании системы (подсистемы) риски; выявляет и анализирует проблемные ситуации.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Балльные оценки для форм контроля промежуточной аттестации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Балльные оценки

Форма контроля	Максимальный балл промежуточной аттестации	Максимальный балл на конец семестра	Всего за семестр
Тестирование	15	20	35
Контрольная работа	15	20	35
Подготовка к экзамену			30
Нарастающий итог	30	70	100

Пересчет баллов в оценки за промежуточную аттестацию представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Пересчет баллов в оценки за промежуточную аттестацию

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату промежуточной аттестации (ПА)	5

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ПА	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ПА	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ПА	2

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине
Элементы текущего контроля:

Контрольные вопросы

«Численные методы 2»

1. Численная устойчивость алгоритма.
2. Локальная и глобальная устойчивость.
3. Одношаговые и многошаговые численные методы.
4. Явные и неявные схемы.
5. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера.
6. Явные методы Рунге-Кутты третьего и четвертого порядка.
7. Анализ порядка точности метода.
8. Оценка погрешностей (правило Рунге).
11. Метод коллокации решения краевой задачи
12. Решение уравнения эллиптического типа методом сеток.
- Анализ устойчивости с помощью ε -схем.
13. Численные методы решения интегральных уравнений. Метод квадратурных сумм.
14. Численные методы решения интегральных уравнений. Проекционные методы решения.

Примерный перечень тестовых заданий

1. Что понимается под численной устойчивостью алгоритма?
2. Укажите, какая схема в методе сеток численного решения дифференциального уравнения теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ использует метод прогонки.
3. Что такое жесткие задачи решения дифференциальных уравнений?
4. Какой порядок точности метода Кранка-Никольсона? Как он определяется?

Типовое задание к лабораторной работе по дисциплине

«Численные методы 2»

Название задания: Явный метод Эйлера решения ОДУ 2-го порядка

Задание

Найти численное решение дифференциального уравнения 2-го порядка, используя явный метод Эйлера:

$$y''(x) = 2^{-x} \cdot \sin(2x + y^2) + y'(x), \quad y(0,5) = -0,8, \quad y'(0,5) = -0,1 \quad x \in [0,5; 0,9].$$

Решение найти в узловых точках $x_i = x_0 + ih$ с шагом h . Построить график функции $y(x)$. Методом двойного счета подобрать максимальный h так, чтобы погрешность в точках x_i не превышала величины 0,0005. Построить график погрешностей.

Типовое задание к практике по дисциплине

«Численные методы 2»

Название задания: Исследование одношаговых и многошаговых схем

Задание

1. Определить порядок точности следующей одношаговой приближенной формулы.

$$y_{x+h} = y_x + \frac{h}{2} f(x, y) + \frac{h}{2} f(x+h, y+hf(x, y)),$$

$$y_{x+h} = y_x + hf\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{hf(x, y)}{2}\right),$$

$$y_{x+h} = y_x + \frac{h}{4} f(x, y) + \frac{3}{4} hf\left(x + \frac{2h}{3}, y + \frac{2hf(x, y)}{3}\right).$$

2. Для явной и неявной формы двух многошаговых формул

$$y_{n+1} = A_0 y_n + A_1 y_{n-1} + h(B_0 f_n + B_1 f_{n-1}),$$

$$y_{n+1} = A_0 y_n + A_1 y_{n-1} + h(B_{-1} f_{n+1} + B_0 f_n),$$

получить систему уравнений относительно коэффициентов

$$A_0, A_1, B_0, B_1; A_0, A_1, B_{-1}, B_0.$$

используя алгебраический подход. Варианты: а) $n=0, n=1$, б) $n=0, n=2$, в) $n=0, n=3$, г) $n=0, n=4$.

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

Экзамен осуществляется в форме опроса по теоретической части дисциплины. На зачет студент допускается только после выполнения и сдачи преподавателю всех лабораторных работ.

Экзамен проставляется студентам, выполнившим все задания по лабораторным работам и ответившим на вопросы к экзамену с оценкой определенной по таблице 2.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Примеры реальных объектов, модели которых описываются дифференциальными и интегральными уравнениями.

2. Численная устойчивость алгоритма.

3. Локальная и глобальная устойчивость.

4. Одношаговые и многошаговые численные методы.

5. Явные и неявные схемы.

6. Метод Эйлера.

7. Модифицированный метод Эйлера.

8. Явные методы Рунге-Кутты третьего и четвертого порядка.

9. Анализ порядка точности метода.

10. Оценка погрешностей (правило Рунге).

11. Численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений.

12. Многошаговые методы Адамса. Устойчивость методов.

13. Жесткие задачи.

14. Описание метода шагов для систем с запаздываниями.

15. Метод Кранка-Никольсона.

16. Численное решение матричного уравнения Риккати с граничным условием на правом конце.
 17. Методы решения краевых задач для линейных ОДУ 2-го порядка.
 18. Методы решения краевых задач для нелинейных ОДУ 2-го порядка.
 19. Метод стрельбы.
 20. Метод коллокации.
 21. Решение уравнения эллиптического типа методом сеток.
 22. Решение одномерного уравнения теплопроводности (явная схема).
 23. Неявная и другие схемы для решения одномерного уравнения теплопроводности.
 24. Метод прямых для решения одномерного уравнения теплопроводности.
- Численные методы решения уравнения гиперболического типа.
25. Схема счета для решения эллиптического уравнения. Анализ устойчивости с помощью ε -схем.
 26. Элементы общей теории разностных схем.
 27. Численные методы решения интегральных уравнений. Метод квадратурных сумм.
 28. Численные методы решения интегральных уравнений. Проекционные методы решения.
 28. Численные методы решения интегральных уравнений. Метод моментов.
 29. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.

Экзаменационные билеты

Томский государственный университет

ИПМКН

Кафедра прикладной математики

Дисциплина: Численные методы 2

Экзаменационный билет № 1

1. Модифицированный метод Эйлера.
 2. Методы решения краевых задач для линейных ОДУ 2-го порядка.
- Зав. кафедрой, д.т.н., профессор* _____ */А.М. Горцев/*
Томский государственный университет
ИПМКН
Кафедра прикладной математики
 Дисциплина: Численные методы 2

Экзаменационный билет № 2

1. Явные методы Рунге-Кутты третьего и четвертого порядка.
 2. Решение уравнения эллиптического типа методом сеток.
- Зав. кафедрой, д.т.н., профессор* _____ */А.М. Горцев/*

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

Список вопросов для оценки остаточных знаний

1. Примеры реальных объектов, модели которых описываются дифференциальными и интегральными уравнениями.
2. Локальная и глобальная устойчивость.
3. Явные и неявные схемы.
4. Модифицированный метод Эйлера.

5. Анализ порядка точности метода.
6. Численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений.
7. Жесткие задачи.
8. Метод Кранка-Никольсона.
9. Методы решения краевых задач для линейных ОДУ 2-го порядка.
10. Метод стрельбы.

Информация о разработчиках

Смагин Валерий Иванович, д.т.н, профессор, профессор кафедры прикладной математики НИ ТГУ.