**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Вычислительная математика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.04 Программная инженерия**
Направленность (профиль) / специализация: **Индустриальная разработка программных продуктов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АОИ, Кафедра автоматизации обработки информации**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 36 | 36 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 72 | 72 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 35495

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 318 от « 3 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.04 Программная инженерия, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АОИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Старший преподаватель каф. АОИ _____ Т. А. Петкун

Заведующий обеспечивающей каф. АОИ _____ Ю. П. Ехлаков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ _____ П. В. Сенченко

Заведующий выпускающей каф. АОИ _____ Ю. П. Ехлаков

Эксперты:

Доцент кафедры автоматизации обработки информации (АОИ) _____ Н. Ю. Салмина

Доцент кафедры автоматизации обработки информации (АОИ) _____ А. А. Сидоров

Согласована на портале № 35495

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

- изучение вычислительных методов, применяемых при решении прикладных задач, не имеющих аналитического решения, либо имеющих его, но, по ряду причин, получение которого затруднено.

- ознакомление с основными источниками погрешностей, их оценкой и методами устранения;

### 1.2. Задачи дисциплины

– - знакомство с принципами построения алгоритмов и методикой постановки задач для приближенного решения на ЭВМ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вычислительная математика» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Алгебра и геометрия, Информатика и программирование, Математический анализ.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование и анализ бизнес-процессов, Теория вероятностей и математическая статистика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-13 готовностью к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** – методы интерполяции и аппроксимации функций; – методы решения систем линейных и нелинейных уравнений; – методы дифференцирования и интегрирования функций; – методы решения дифференциальных и интегральных уравнений; – методы условной и безусловной оптимизации; – методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов.

– **уметь** применять численные методы для решения практических задач.: - выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию; - использовать имеющееся программное обеспечение для решения сложных задач с применением нескольких методов и оценивать источники погрешностей.

– **владеть** - численными методами : - методами интерполирования и сглаживания экспериментальных данных ; - опытом выбора оптимального и оценки погрешностей реализованного численного метода.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **72** | **72** |
| Лекции | 36 | 36 |
| Лабораторные работы | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **72** | **72** |
| Подготовка к контрольным работам | 12 | 12 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | 20 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | 20 |

Согласована на портале № 35495

| | | |
|---|---|---|
| Подготовка к лабораторным работам | 10 | 10 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | |
| 1 Численные методы решения задач линейной алгебры и нелинейные уравнения | 14 | 12 | 20 | 46 | ПК-13 |
| 2 Численные методы решения задач математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений | 16 | 16 | 36 | 68 | ПК-13 |
| 3 Численные методы решения задач оптимизации | 6 | 8 | 16 | 30 | ПК-13 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 72 | 144 | |
| Итого | 36 | 36 | 72 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Численные методы решения задач линейной алгебры и нелинейные уравнения | Теория погрешностей. Ошибки.. Относительные и абсолютные ошибки. Происхождение ошибок. Выражения для абсолютной и относительной ошибок для распространенных арифметических операций. Приближенные методы. Понятие вычислительного эксперимента. Требования, предъявляемые к алгоритмам. Устойчивость и сходимость численного метода. | 4 | ПК-13 |
| | Методы решения нелинейных уравнений. Решение нелинейных уравнений. Корень уравнения. Простой корень уравнения, кратность корня. Геометрическая интерпретация корня уравнения. | 2 | |

Согласована на портале № 35495

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Этапы решения нелинейного уравнения: локализация корней и этап итерационного уточнения. Отрезок локализации, способы локализации корней. Метод итераций (метод последовательных приближений) для решения нелинейного уравнения. Приведение уравнения к виду, удобному для итераций. Метод деления отрезка пополам для решения нелинейного уравнения. Метод Ньютона или метод касательных для решения нелинейного уравнения. | | |
| | Методы решения СЛАУ. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложений. Метод Квадратных корней. Метод прогонки. Итерационные методы решения СЛАУ. Достаточное условие сходимости метода Гаусса — Зейделя. Вычисление определителей, обратных матриц. | 8 | |
| | Итого | 14 | |
| 2 Численные методы решения задач математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений | Приближение функций. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона. Остаточный член интерполяционной формулы. Разделенные и конечные разности. Интерполирование с помощью сплайнов. | 6 | ПК-13 |
| | Численное дифференцирование. Правая и левая разностные производные. Центральная разностная производная. Вычисление второй производной. Численное интегрирование. Понятие квадратуры. Формулы трапеций , прямоугольников, Симпсона, Уэдддля и их геометрическая интерпретация. | 4 | |
| | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи . Метод Эйлера и оценка его погрешности. Методы Рунге — Кутта. Методы с контролем погрешности на шаге. Оценки погрешности одношаговых методов. Линейные многошаговые методы. Методы приближенного решения краевых задач для ОДУ. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод конечных разностей. | 6 | |
| | Итого | 16 | |
| 3 Численные методы решения задач оптимизации | Численное решение задач многомерной оптимизации. Методы прямого поиска (Хука-Дживса, Симплекс-метод, метод Пауэлла). Градиентные методы (метод градиентного спуска, метод Коши, метод Флетчера-Ривса, алгоритм Миля и Кеентрелла). Методы второго порядка (Метод Ньютона, модифицированный метод Ньютона, Метод Марквардта). Метод случайного поиска. Сравнение, условие применения, скорость сходимости. | 6 | ПК-13 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 35495

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 36 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины | | | |
| 1 Алгебра и геометрия | + | | |
| 2 Информатика и программирование | + | + | + |
| 3 Математический анализ | | + | + |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 Моделирование и анализ бизнес-процессов | | + | + |
| 2 Теория вероятностей и математическая статистика | | + | |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-13 | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Численные методы решения задач линейной алгебры и нелинейные уравнения | Численные методы решения СЛАУ | 12 | ПК-13 |
| | Итого | 12 | |

Согласована на портале № 35495

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Численные методы решения задач математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений | Численное интегрирование | 4 | ПК-13 |
| | Интерполирование функций | 8 | |
| | Задача Коши | 4 | |
| | Итого | 16 | |
| 3 Численные методы решения задач оптимизации | Численные методы решения задач безусловной оптимизации функций многих переменных | 8 | ПК-13 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Численные методы решения задач линейной алгебры и нелинейные уравнения | Проработка лекционного материала | 10 | ПК-13 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета, Контрольная работа, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Подготовка к лабораторным работам | 10 | | |
| | Итого | 26 | | |
| 2 Численные методы решения задач математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | ПК-13 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета, Контрольная работа, Тест |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 14 | | |
| | Итого | 30 | | |
| 3 Численные методы решения задач оптимизации | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | ПК-13 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита отчета, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части | 10 | | |

Согласована на портале № 35495

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | курса | | | |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 108 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 10 | 10 | | 20 |
| Контрольная работа | | 10 | 10 | 20 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 30 | 20 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 50 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |

Согласована на портале № 35495

| | | |
|---|---|---|
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. 1. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие. — СПб,; М.; Краснодар: Лань, 2015. – 448 с. [Электронный ресурс]: ЭБС ЛАНЬ. – URL: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043.
2. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения – «Лань», 2010. – 400с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=537 (дата обращения: 22.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. 1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов : Учебник для вузов / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2005. - 847 с. (70 экземпляров). Гриф УМО (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. – «Лань», 2016. — 342 с. [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/86017/#1.

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вычислительная математика: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы / Петкун Т. А. - 2018. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7908.

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению

Согласована на портале № 35495

**дисциплины**

**13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория «Программная инженерия»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 409 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i3-6300 3.2 ГГц, ОЗУ – 8 Гб, жесткий диск – 500 Гб (10 шт.);
- Проектор Optoma Ex632.DLP;
- Экран для проектора Lumian Mas+Er;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Dev-Cpp
– Lazarus
– Microsoft Visual Studio 2015
– Microsoft Windows 10
– PTC Mathcad13, 14

Лаборатория «Бизнес-информатика»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-2320 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);
- Проектор Optoma Ex632.DLP;
- Экран для проектора Lumian Mas+Er;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Dev-Cpp
– Lazarus
– Microsoft Visual Studio 2015
– Microsoft Windows 10
– PTC Mathcad13, 14

Лаборатория «Муниципальная информатика»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 35495

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 432б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-2320 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Dev-Cpp
– Lazarus
– Microsoft Visual Studio 2015
– Microsoft Windows 10 Pro
– PTC Mathcad13, 14

Лаборатория «Операционные системы и СУБД»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 430 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core 2 Duo E6550 2.3 ГГц, ОЗУ – 2 Гб, жесткий диск – 250 Гб (12 шт.);
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Dev-Cpp
– Lazarus
– Microsoft Visual Studio 2015
– Microsoft Windows 7 Pro
– PTC Mathcad13, 14

Лаборатория «Информатика и программирование»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 428 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core 2 Duo E6550 2.3 ГГц, ОЗУ – 2 Гб, жесткий диск – 250 Гб (14 шт.);
- Меловая доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Dev-Cpp
– Lazarus
– Microsoft Visual Studio 2015
– Microsoft Windows 7 Pro
– PTC Mathcad13, 14

Лаборатория «Распределенные вычислительные системы»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения

Согласована на портале № 35495

курсовых работ), помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 432а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core i5-3330 3.0 ГГц, ОЗУ – 4 Гб, жесткий диск – 500 Гб (12 шт.);
- Меловая доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Dev-Cpp
- Lazarus
- Microsoft Windows 7 Pro
- Mozilla Firefox
- Plagin selenium-ide, Apache License Version 2.0

### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 35495

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

**1.** Чему равно значение $x_2$, вычисленное по итерационной формуле $x_{k+1} = x_k - 0{,}5\,(x_k^2 - 1),\ k = 0{,}1{,}...$ при $x_0 = 0$?

1. 0.50;
2. 0.875;
3. 0.425;
4. 0.812;

**2.** Какое начальное приближение $x_0$ следует выбрать при нахождении корня уравнения $y = x^3 - 2x - 5$ на отрезке $[2;3]$ методом касательных?

1. 2;
2. 1.5;
3. 3;
4. любое значение $x_0 \in [2;3]$.

**3**. Чему равно следующее приближение $x_1, y_1$, вычисленное по итерационной формуле по методу Зейделя для решения СЛАУ вида $\begin{cases} 5x + y = 6 \\ 2x + 4y = 6 \end{cases}$ при $x_0 = 2; y_0 = 1$?

1. $(x_1, y_1) = (1;0{,}5)$;
2. $(x_1, y_1) = (1;1)$;
3. $(x_1, y_1) = (0;0)$;
4. $(x_1, y_1) = (0{,}5;1)$.

**4.** Чему равно следующее приближение $x_1, y_1$, вычисленное по итерационной формуле по методу итераций для решения СЛАУ вида $\begin{cases} 5x + y = 6 \\ 2x + 4y = 6 \end{cases}$ при $x_0 = 2; y_0 = 1$?

1. $(x_1, y_1) = (0;0{,}5)$;
2. $(x_1, y_1) = (1;1)$;
2. $(x_1, y_1) = (1;0{,}5)$;
3. $(x_1, y_1) = (2;3)$.

**5.** Какой из перечисленных методов служит для решения системы линейных алгебраических уравнений?

1. Эйлера
2. LU-разложений
3. Хорд
4. Рунге-Кутта

**6.** Какой из перечисленных методов решения систем линейных алгебраических уравнений является прямым (точным) методом?

Согласована на портале № 35495

1. Метод Гаусса
2. Метод Зейделя
3. Метод простых итераций
4. Метод релаксации

**7.** Функция задана таблицей значений:

| $x_i$ | -1 | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|
| $y_i$ | 1 | 2 | 1 | -2 |

Какой из следующих многочленов является интерполяционным при данных узлах?

1. $2-x^3$
2. $2-x-2x^3-x^4$
3. $2-x^2$
4. Никакой

**8.** Последовательные значения функции, являющиеся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y'=\frac{x}{y}$ с начальным условием $y_0=1, x_0=1$, находятся по методу Эйлера с шагом 0.2. Чему будет равно решение в точке $y_1$?

1. 1. 0
2. 1. 02
3. 1.2
4. 1.5

**9.** По какой из формул определяется *k*-е приближение решения дифференциального уравнения по методу Пикара?

1. $y_{k+1}=y_k+\Delta y_k$, где $\Delta y_k=y'_k\frac{b-a}{n}$;
2. $y_k(x)=y_0+\int\limits_{x_0}^{x} f(x,y_{k-1})dx$;
3. $y_{k+1}=y_k+h\frac{y'_k+\tilde{y}'_{k+1}}{2}$, где $\tilde{y}'_{k+1}=f(x_{k+1},y_{k+1})$;
4. $y_{i+1}^{(k)}=y_i+\frac{h}{2}\left[f(x_i,y_i)+f(x_{i+1},y_{i+1}^{(k-1)})\right]$.

**10.** Как называется процесс построения приближений по формуле $X^{(k+1)}=\beta+\alpha X^{(k)}$ ?

1. методом Гаусса;
2. методом Жордано;
3. методом итерации;
4. методом релаксаций.

**11.** Как называется разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции?

1. центральной разностью первого порядка;
2. конечной разностью первого порядка;
3. разделенной разностью первого порядка;
4. бесконечной разностью первого порядка.

**12.** На какие этапы разбивается процесс нахождения приближенных значений корней уравнения?

1. построение графика и уточнение корней до заданной степени точности;

Согласована на портале № 35495

2. отделение корней и уточнение корней до заданной степени точности;
3. отделение корней определение погрешности приближения;
4. построение графика и отделение корней аналитическим методом.

**13.** Как называется график решения обыкновенного дифференциального уравнения?
1. интегральной кривой;
2. кривой второго порядка;
3. гиперболой;
4. дифференциальной кривой.

**14.** Как называется задача отыскания решения дифференциального уравнения, удовлетворяющего начальным условиям?
1. задача Коши;
2. задача Липшица;
3. задача Ньютона;
4. задача Максвелла.

**15.** В каких точках будут выполнены три итерации метода половинного деления при решении уравнения $x^3 - 7.18 = 0$ на отрезке [0; 8]?

1. $x_1 = 4; \quad x_2 = 2; \quad x_3 = 3$
2. $x_1 = 4; \quad x_2 = 6; \quad x_3 = 5$
3. $x_1 = 3; \quad x_2 = 2; \quad x_3 = 1$
4. $x_1 = 4; \quad x_2 = 2; \quad x_3 = 1$

**16.** Сколько итераций требуется выполнить по методу половинного деления для нахождения корня уравнения $x^2 + 2x - 15 = 0$, находящегося в интервале [0; 8]?

1. 2 итерации
2. 3 итерации
3. 4 итерации
4. 5 итерации

**17.** Число 1.8 округлили до 2-х. Чему равна абсолютная погрешность полученного приближенного числа?
1. 0.1
2. 0
3. —0.2
4. 0.2

**18.** Пусть задана таблица чисел

| $x_i$ | -1 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|
| $y_i$ | 1 | 0 | 1 |

Известно, что используя интерполяционный многочлен Лагранжа вида $P_2(x) = a_0(x - x_1)(x - x_2) + a_1(x - x_0)(x - x_2) + a_2(x - x_0)(x - x_1)$, можно построить многочлен второго порядка, проходящий через узловые точки. Чему будет равен коэффициент $a_1$?

Согласована на портале № 35495

1. 0.5;
2. 0;
3. 1;
4. 0.4.

**19.** По какой из нижеперечисленных итерационных формул осуществляется решение нелинейного уравнения вида $f(x) = 0$ модифицированным методом Ньютона?

1. $x_{k+1} = x_k + cf(x_k), k = 0,1,...;$
2. $x_{k+1} = x_k + cf(x_{k-1}), k = 1,2,...;$
3. $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0,1,...;$
4. $x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_0)}, k = 0,1,....$

**20.** Какое из следующих утверждений является определением «***Значащие цифры числа***»?

1. все цифры в его записи;
2. все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой слева;
3. все цифры в его записи, не равные нулю;
4. все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой справа.

**21.** Какой из перечисленных методов служит для решения задачи Коши?

1. метод Эйлера
2. метод Стрельб
3. метод Хорд
4. метод Касательных

**22.** Какой из перечисленных методов решения систем линейных алгебраических уравнений является итерационным (приближенным) методом?

1. Метод LU – разложений.
2. Метод Зейделя.
3. Метод Жордано.
4. Метод Гаусса.

**23.** В чем обычно выражается относительная погрешность?

1. В процентах (%);
2. В процентах на единицу (%/ед.);
3. В штуках (шт);
4. В х (х).

**24.** По какой формуле находится относительная погрешность произведения?

1. $\delta(xy) = \delta x * \delta y$
2. $\delta(xy) = \delta x - \delta y$
3. $\delta(xy) = \delta x + \delta y$
4. $\delta(xy) = \delta x / \delta y$

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Приближенные числа. Источники и классификация погрешности.
2. Правила приближенных вычислений и оценка погрешности при вычислениях.
3. Десятичная запись приближенных чисел. Значащая цифра. Количество верных знаков.
4. Обратная задача теории погрешности.

Согласована на портале № 35495

5. Решение СЛАУ методом Гаусса.
6. Решение СЛАУ методом Гаусса с постолбцовым выбором главного элемента.
7. Обусловленность линейных алгебраических систем.
8. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обращению матриц.
9. Метод простых итераций решения СЛАУ.
10. Метод Зейделя.
11. Методы решения нелинейных скалярных уравнений. Локализация корней.
12. Метод дихотомии. Метод хорд.
13. Решение скалярных уравнений методом простых итераций.
14. Полиномиальная интерполяция. Задача и способы аппроксимации функций.
15. Оценка погрешности интерполяционной формулы Лагранжа.
16. Численное интегрирование. Квадратурные формулы прямоугольников.
17. Оценка погрешности численного интегрирования.
18. Семейство квадратурных формул Ньютона.

23. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования.

24. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера.

25. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса.

**Задачи к экзамену**

1.Округляя число до трех значащих цифр, определить абсолютную и относительную погрешности полученного приближенного числа: -0,0015281.

2.Определить количество верных знаков в числе x=0,3941 , если известна его абсолютная погрешность $\Delta x=0{,}25*10^{-2}$.

3.Найти предельные абсолютную и относительную погрешности вычисления площади круга, если радиус R=12 см $\pm$ 0,5 см.

4.Решить систему методом Гаусса с указанным числом m значащих цифр:

$$A=\begin{pmatrix} 2 & 6 & -1 \\ 5 & -1 & 2 \\ -3 & -4 & 1 \end{pmatrix} \qquad B=\begin{pmatrix} -12 \\ 29 \\ 5 \end{pmatrix} \qquad m=4$$

5.Вычислить определитель матрицы A (из предыдущей задачи) с использованием метода Гаусса.

6.Методом простых итераций решить систему. Продолжать итерации до тех пор, пока $|x_i^{(k+1)} - x_i^k|$ не станет меньше ε:

$$A=\begin{pmatrix} 1{,}02 & -0{,}25 & -0{,}30 \\ -0{,}41 & 1{,}13 & -0{,}15 \\ -0{,}25 & -0{,}14 & 1{,}21 \end{pmatrix} \quad B=\begin{pmatrix} 0{,}515 \\ 1{,}555 \\ 2{,}780 \end{pmatrix} \qquad \varepsilon=10^3$$

7.Методом Зейделя решить систему из предыдущей задачи.

8.Зная значения sin x при x = 0, π/6, π/4, π/3, π/2, найти sin x при x = π/12, пользуясь формулой Лагранжа. Оценить погрешность.

9.Отделить корни уравнения $x^4 - 4x - 1 = 0$.

10.Методом половинного деления уточнить корень уравнения $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$, лежащий на отрезке [0,1].

11.Методом хорд найти положительный корень уравнения $x^3 - 0{,}2x^2 - 0{,}2x - 1{,}2 = 0$ с точностью 0,002.

12.Методом Рунге-Кутта найти решение уравнения $y' = y - x$ с начальным условием y(0) = 1,5 на отрезке [0,1], приняв шаг h = 0,2.

13.Вычислить интеграл по формуле трапеций $\int_0^5 (3x^2 - 4x)dx$ , полагая n=10.

Согласована на портале № 35495

14.С помощью формулы Симпсона вычислить интеграл: $\int_{\pi/4}^{\pi/2} \frac{\sin x}{x} dx$ .

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Понятие устойчивости численных методов. Примеры неустойчивых задач и методов.
2. Обратное интерполирование.
3. Оптимизация шага численного дифференцирования.
4. Приближенно-аналитические методы решения задачи Коши.
5. Задача Коши. Пошаговый контроль точности
6. Метод релаксации для решения СЛАУ

### 14.1.4. Темы контрольных работ

1. Теория погрешностей.
2. Решение нелинейных уравнений
3. Аппроксимация функций
4. Приближенно-аналитические методы решения задачи Коши.
5. Задача Коши. Пошаговый контроль точности
6. Метод релаксации для решения СЛАУ

### Примеры вариантов контрольных работ

1. Диаметр круга, измеренный с точностью до 1мм, оказался равным d=0.842 м. Вычислить площадь круга и оценить абсолютную и относительную погрешности результата.

2. Дана таблица значений функции $y = f(x)$ в 20 точках. Составить процедуру для нахождения производных второго порядка в точках $x = 1.2 + 0.1 * k, \quad k = \overline{0,16}$.

1. Методом релаксации решить систему линейных уравнений

```
16*x1 +   1*x2 +   2*x3 + =36
1*x1 +  24*x2 +   3*x3 + =53
1*x1 +   3*x2 +  24*x3 + =32
```

2. Найти первые 4 члена разложения в степенной ряд решения $y = y(x)$ уравнения

$$y'' + 0.1(y')^2 + (1 + 0.1x)y = 0, \quad y(0) = 1, y'(0) = 2.$$

3. Используя метод Пикара, найти три последовательных приближения дифференциального уравнения:

$$y' = 4e(1 + x), \quad y(0) = 1$$

Согласована на портале № 35495

1. Дано уравнение

$$y'' = 2\cos x - 2y' - 2y,\ y(0) = 1,\quad y'(0) = 0,\quad x \in [0, 1].$$

Решить задачу Коши методом Рунге-Кутты с точностью $\varepsilon = 10^{-5}$.

2. Написать алгоритм для решения следующей краевой задачи методом стрельб.

$$y'' + y' - \frac{y}{x} = x^2 - 3/4x + 1/8,\quad y(0) = 0, y(1) = 1.$$

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Численные методы решения СЛАУ
Численное интегрирование
Интерполирование функций
Задача Коши
Численные методы решения задач безусловной оптимизации функций многих переменных

### 14.1.6. Темы для самостоятельного изучения

1. Численные методы решения нелинейных уравнений
2. Методы численного дифференцирования
3. Методы оптимизации функции одной переменной
4. Численные методы решения линейных краевых задач

### 14.1.7. Темы курсовых проектов (работ)

Не предусмотрено

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 35495

доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 35495