**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 14 | 14 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 64 | 64 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 27.05.2026
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 77039

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение методологии компьютерного моделирования, правильной оценки, учёта и уменьшения погрешностей, возникающих при вычислениях на ЭВМ, применения персонального компьютера для решения уравнений математической физики.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение численных методов решения задач линейной алгебры и задач математической физики.
2. Получение представлений об алгоритмах, положенных в основу программного обеспечения, используемого для решения таких задач.
3. Получение навыков решения задач, связанных с анализом технических объектов.
4. Получение навыков грамотного использования всех возможностей персонального компьютера.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.14.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 77039

| | | |
|---|---|---|
| ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | ПК-1.1. Знает стандартные программные средства | Знаком с принципами работы в разных операционных системах, офисных пакетах, а также в специализированных программных пакетах для расчётов и моделирования. |
| | ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков | Строит физические и математические модели схем и узлов |
| | ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования | Владеет способностью использовать базовые закономерности и соотношения, описывающие функционирование устройств и установок квантовой и оптической электроники, а также математический аппарат фотоники и подходящие численные методы для анализа, описания и проектирования приборов и устройств фотоники с применением вычислительной техники. |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 44 | 44 |
| Лекционные занятия | 14 | 14 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 64 | 64 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 26 | 26 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Выполнение практического задания | 12 | 12 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 16 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 77039

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение. Погрешности округления. | 1 | - | - | 3 | 4 | ПК-1 |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | 3 | 4 | 4 | 12 | 23 | ПК-1 |
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 | ПК-1 |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | 2 | 2 | 4 | 11 | 19 | ПК-1 |
| 5 Численное интегрирование и дифференцирование | 2 | 2 | - | 6 | 10 | ПК-1 |
| 6 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | 2 | 2 | - | 7 | 11 | ПК-1 |
| 7 Численные методы решения граничных задач | 1 | 2 | 4 | 10 | 17 | ПК-1 |
| 8 Методы оптимизации | 1 | - | - | 3 | 4 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 14 | 14 | 16 | 64 | 108 | |
| Итого | 14 | 14 | 16 | 64 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Введение. Погрешности округления. | Цель дисциплины и её содержание. Предмет дисциплины. Устранимые и неустранимые погрешности. Требования к вычислительным методам. Оценки погрешностей округления. Представление и округление чисел в ЭВМ. Механизмы накопления погрешностей. Уменьшение погрешностей. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней. Метод дихотомии. Метод релаксации. Метод Ньютона. Метод секущих. Метод Якоби. Метод Зейделя. Гибридные методы. Ошибки округления в итерационных методах. | 3 | ПК-1 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 77039

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обращение матрицы. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод прогонки. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция функций. Канонический многочлен. Многочлен Лагранжа. Многочлен Ньютона. Приближение рациональными и тригонометрическими функциями. Сходимость интерполяционного процесса. Интерполяция сплайнами. Аппроксимация функций. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Численное интегрирование и дифференцирование | Разностная аппроксимация производных. Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Постановка задачи. Метод Эйлера. Симметричная схема. Методы Рунге-Кутта. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Численные методы решения граничных задач | Постановка граничной задачи. Метод стрельбы. Разностный метод. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 8 Методы оптимизации | Постановка задач оптимизации. Методы безусловной оптимизации. Методы условной оптимизации. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Методы отделения корней при решении нелинейных алгебраических уравнений | 2 | ПК-1 |
| | Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод релаксации. Метод Ньютона. Метод секущих. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 77039

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод Зейделя. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция функций. Алгоритмы построения интерполяционных многочленов. Аппроксимация функций. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Численное интегрирование и дифференцирование | Численное интегрирование. Сравнение методов. Разностная аппроксимация производных. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутта. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Численные методы решения граничных задач | Методы решения граничных задач. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | Методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция и аппроксимация функций, сравнение методов и их реализация на ЭВМ. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Численные методы решения граничных задач | Методы решения граничных задач и их реализация на ЭВМ. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Согласована на портале № 77039

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Введение. Погрешности округления. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 11 | | |

Согласована на портале № 77039

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Численное интегрирование и дифференцирование | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 7 | | |
| 7 Численные методы решения граничных задач | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-1 | Практическое задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 8 Методы оптимизации | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| Итого | | 64 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 77039

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Лабораторная работа | 0 | 22 | 18 | 40 |
| Практическое задание | 13 | 10 | 9 | 32 |
| Тестирование | 0 | 0 | 8 | 8 |
| Итого максимум за период | 13 | 32 | 55 | 100 |
| Нарастающим итогом | 13 | 45 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Компьютерное моделирование и проектирование: Учебное пособие / Ю. Р. Саликаев - 2012. 94 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2548.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем / Петров М.Н., Гудков Г.В. – М.: Изд-во «Лань», 2011. – 464 с. ISBN 978-5-8114-1075-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

2. Численные методы на базе Mathcad : учебное пособие для вузов / С. В. Поршнев, И. В. Беленкова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2012. - 456 с. : ил. - Библиогр.: с. 447-448 . - Предм. указ.: с. 449. - ISBN 978-5-94157-610-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

Согласована на портале № 77039

3. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / В. А. Срочко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1014-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210359.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Компьютерное моделирование и проектирование оптических систем: Методические указания по самостоятельной работе / Е. С. Шандаров - 2012. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2594.

2. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 1: Методические указания к лабораторным работам / Ю. Р. Саликаев - 2012. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2547.

3. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: Методические указания к практическим занятиям / Ю. Р. Саликаев - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2848.

#### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;

Согласована на портале № 77039

- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Компьютерная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Доска 3-х элементная;
- Шкаф - 2 шт.;
- Шкаф для одежды;
- Тумба выкатная - 2 шт.;
- Тумба;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Open SUSE 11;
- OpenOffice;
- Ubuntu 11;

### 8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. 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 зрения** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 77039

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.

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

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. Погрешности округления. | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Методы решения систем линейных уравнений | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Интерполяция и аппроксимация функций | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 77039

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Численное интегрирование и дифференцирование | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Численные методы решения граничных задач | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Методы оптимизации | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |

Согласована на портале № 77039

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Чтобы реализовать численный метод, необходимо...
   а) составить план
   б) составить систему уравнений
   в) составить программу или воспользоваться готовой
   г) составить алгоритм
2. Выберите формулу, используемую в методе Ньютона для уточнения корня нелинейного уравнения:
   а) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   б) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   в) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   г) $x^{k+1} = x^k - \dfrac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$
3. Выберите формулу, используемую в методе секущих для уточнения корня нелинейного уравнения:
   а) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   б) $x^{k+1} = x^k - \dfrac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$
   в) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$

Согласована на портале № 77039

г) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$

4. Выберите формулу, используемую в методе релаксации для уточнения корня нелинейного уравнения:
   а) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   б) $x^{k+1} = x^k - \frac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$
   в) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
   г) $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$
5. Для более быстрого численного решения систем линейных уравнений с трёхдиагональными матрицами применяется...
   а) метод Гаусса
   б) метод LU-разложения
   в) метод прогонки
   г) метод Зейделя
6. Какой из перечисленных методов решения систем линейных уравнений является итерационным?
   а) метод LU-разложения
   б) метод прогонки
   в) метод Зейделя
   г) метод Гаусса
7. Интерполяция — это...
   а) вычисление определённого интеграла на заданном участке
   б) выбор вида функции φ(x) и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках xi к f(x)
   в) приближенная замена функции f(x) другой, более гладкой функцией φ(x)
   г) построение для данной функции y=f(x) многочлена φ(x) степени m, принимающего в заданных точках xi те же значения yi , что и функция f(x)
8. Аппроксимация — это...
   а) приближенная замена функции f(x) другой, более гладкой функцией φ(x)
   б) выбор вида функции φ(x) и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках xi к f(x)
   в) построение для данной функции y=f(x) многочлена φ(x) степени m, принимающего в заданных точках xi те же значения yi , что и функция f(x)
   г) вычисление определённого интеграла на заданном участке
9. Сглаживание сеточной функции это...
   а) построение для данной функции y=f(x) многочлена φ(x) степени m, принимающего в заданных точках xi те же значения yi , что и функция f(x)
   б) вычисление определённого интеграла на заданном участке
   в) выбор вида функции φ(x) и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках xi к f(x)
   г) приближенная замена функции f(x) другой, более гладкой функцией φ(x)
10. Более точным приближением к значению производной является...
    а) левая разностная производная
    б) центральная разностная производная
    в) правая разностная производная
    г) значение функции в средней точке

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней.
2. Метод дихотомии.
3. Метод релаксации.
4. Метод Ньютона.
5. Метод секущих.
6. Метод Якоби. Метод Зейделя.

Согласована на портале № 77039

7. Гибридные методы.
8. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обращение матрицы.
9. Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений.
10. Метод LU-разложения.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Методы решения нелинейных алгебраических уравнений
2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений
3. Интерполяция и аппроксимация функций, сравнение методов и их реализация на ЭВМ.
4. Методы решения граничных задач и их реализация на ЭВМ.

### 9.1.4. Темы практических заданий

1. Методы отделения корней при решении нелинейных алгебраических уравнений
2. Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод релаксации. Метод Ньютона. Метод секущих.
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод Зейделя.
4. Интерполяция функций. Алгоритмы построения интерполяционных многочленов. Аппроксимация функций.
5. Численное интегрирование. Сравнение методов. Разностная аппроксимация производных.
6. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутта.
7. Методы решения граничных задач.
8. Методы оптимизации.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены

Согласована на портале № 77039

дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается 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 № 77039

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол №01-23 от «13» 1 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | Н.И. Буримов | Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ЭП | М.В. Бородин | Разработано, 4bab9e2d-1d70-4531-8ac1-b921b013421a |

Согласована на портале № 77039