**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

**Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники**

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: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 20 | 20 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 39131

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

старший преподаватель каф. ЭП _____ М. В. Бородин

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

профессор кафедры ЭП ТУСУР _____ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Согласована на портале № 39131

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель дисциплины состоит в изучении 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

– Освоение численных методов решения задач линейной алгебры и задач математической физики

– Получение представлений об алгоритмах, положенных в основу программного обеспечения, используемого для решения таких задач

– Получение навыков решения задач, связанных с анализом технических объектов

– Получение навыков грамотного использования всех возможностей персонального компьютера

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники» (Б1.В.ДВ.11.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Акустооптические методы обработки информации, Информационные технологии, Компоненты электронных схем, Математика, Оптические методы обработки информации, Прикладная информатика, Теоретические основы электротехники.

Последующими дисциплинами являются: Интегральная оптика, Квантовая и оптическая электроника, Нелинейная оптика, Проектирование устройств квантовой о оптической электроники, Распространение лазерных пучков.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

– ПК-6 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** численные методы решения задач линейной алгебры и задач математической физики; алгоритмы, положенные в основу используемого программного обеспечения для решения задач линейной алгебры и математической физики; существующие формы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

– **уметь** решать задачи, связанные с анализом технических объектов; представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; грамотно использовать все возможности персонального компьютера для составления проектной и технической документации

– **владеть** численными методами решения задач линейной алгебры и задач математической физики; навыками анализа и систематизации результатов исследований; навыками работы с компьютером, как средством решения задач, связанных с анализом технических объектов квантовой электроники; навыками оформления проектно-конструкторских работ

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 20 | 20 |
| Практические занятия | 18 | 18 |

Согласована на портале № 39131

| | | |
|---|---|---|
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 18 | 18 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 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 | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | | |
| 1 Введение | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| 2 Погрешности округления | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| 3 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | 4 | 4 | 4 | 12 | 24 | ПК-3, ПК-6 |
| 4 Методы решения систем линейных уравнений | 4 | 4 | 4 | 12 | 24 | ПК-3, ПК-6 |
| 5 Интерполяция и аппроксимация функций | 4 | 2 | 4 | 11 | 21 | ПК-3, ПК-6 |
| 6 Численное интегрирование и дифференцирование | 2 | 2 | 0 | 4 | 8 | ПК-3, ПК-6 |
| 7 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | 2 | 2 | 0 | 3 | 7 | ПК-3, ПК-6 |
| 8 Численные методы решения граничных задач | 1 | 2 | 4 | 7 | 14 | ПК-3, ПК-6 |
| 9 Методы оптимизации | 1 | 2 | 0 | 3 | 6 | ПК-3, ПК-6 |
| Итого за семестр | 20 | 18 | 16 | 54 | 108 | |
| Итого | 20 | 18 | 16 | 54 | 108 | |

Согласована на портале № 39131

## 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Введение | Введение. Цель дисциплины и её содержание. Предмет дисциплины. Устранимые и неустранимые погрешности. Требования к вычислительным методам. | 1 | ПК-3 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Погрешности округления | Оценки погрешностей округления. Представление и округление чисел в ЭВМ. Механизмы накопления погрешностей. Уменьшение погрешностей. | 1 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 1 | |
| 3 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. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Методы решения систем линейных уравнений | Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обращение матрицы. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод прогонки. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция функций. Канонический многочлен. Многочлен Лагранжа. Многочлен Ньютона. Приближение рациональными и тригонометрическими функциями. Сходимость интерполяционного процесса. Интерполяция сплайнами. Аппроксимация функций. | 4 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Численное интегрирование и дифференцирование | Разностная аппроксимация производных. Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Постановка задачи. Метод Эйлера. Симметричная схема. Методы Рунге-Кутта. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Численные методы решения граничных | Постановка граничной задачи. Метод стрельбы. Разностный метод. | 1 | ПК-3, ПК-6 |

Согласована на портале № 39131

| | | | |
|---|---|---|---|
| задач | Итого | 1 | |
| 9 Методы оптимизации | Постановка задач оптимизации. Методы безусловной оптимизации. Методы условной оптимизации. | 1 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

### 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 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 Акустооптические методы обработки информации | | + | + | + | + | + | | | |
| 2 Информационные технологии | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 Компоненты электронных схем | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 Математика | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 Оптические методы обработки информации | | + | + | + | + | + | | | |
| 6 Прикладная информатика | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 Теоретические основы электротехники | | | + | + | + | + | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 Интегральная оптика | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Квантовая и оптическая электроника | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 Нелинейная оптика | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 Проектирование устройств квантовой о оптической электроники | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 Распространение лазерных пучков | | + | + | + | + | + | + | + | |

### 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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 39131

| Компетенции | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-3 | + | + | + | + | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-6 | + | + | + | + | Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 3 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Методы решения систем линейных уравнений | Методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция и аппроксимация функций, сравнение методов и их реализация на ЭВМ. | 4 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Численные методы решения граничных задач | Методы решения граничных задач и их реализация на ЭВМ. | 4 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |

Согласована на портале № 39131

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Методы решения нелинейных алгебраических уравнений | Методы отделения корней при решении нелинейных алгебраических уравнений | 2 | ПК-3 |
| | Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод релаксации. Метод Ньютона. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Методы решения систем линейных уравнений | Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод Зейделя. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Интерполяция и аппроксимация функций | Интерполяция функций. Алгоритмы построения интерполяционных многочленов. Аппроксимация функций. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Численное интегрирование и дифференцирование | Численное интегрирование. Сравнение методов. Разностная аппроксимация производных. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутта. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Численные методы решения граничных задач | Методы решения граничных задач. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Методы оптимизации | Методы оптимизации. | 2 | ПК-3, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Введение | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Погрешности округления | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Итого | 1 | | |
| 3 Методы решения нелинейных | Подготовка к практическим занятиям, семина- | 4 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной ра- |

Согласована на портале № 39131

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| алгебраических уравнений | рам | | | боте, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Методы решения систем линейных уравнений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Интерполяция и аппроксимация функций | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 6 Численное интегрирование и дифференцирование | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 7 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Численные методы решения граничных задач | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 9 Методы оптимизации | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |

Согласована на портале № 39131

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| Опрос на занятиях | 8 | 8 | 6 | 22 |
| Отчет по лабораторной работе | | 24 | 24 | 48 |
| Итого максимум за период | 8 | 32 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 8 | 40 | 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) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |

Согласована на портале № 39131

| | | |
|---|---|---|
| 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. Компьютерное моделирование и проектирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Саликаев Ю. Р. - 2012. 94 с. Дата обращения 6.02.2017 - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2548 (дата обращения: 11.07.2018).
2. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (М.). - 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 637 с. - (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 624-628. - Предм. указ.: с. 629-632. - ISBN 978-5-9963-0449-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

### 12.2. 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 [Текст] : 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.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям / Саликаев Ю. Р. - 2012. 16 с. Дата обращения 6.02.2017 - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2848 (дата обращения: 11.07.2018).
2. Компьютерное моделирование и проектирование оптических систем [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / Шандаров Е. С. - 2012. 13 с. Дата обращения 6.02.2017 - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2594 (дата обращения: 11.07.2018).
3. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 1 [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Саликаев Ю. Р. - 2012. 39 с. Дата обращения 6.02.2017 - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2547 (дата обращения: 11.07.2018).

#### 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.

Согласована на портале № 39131

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

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые 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 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 практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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

Компьютерный класс

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;
- Монитор 17" 0.20 SyncMaster 763MB TCO99;
- Компьютер CELERON (8 шт.);
- Монитор 17" 0,24 SAMSUNG SyncMASTER N 753 DFX;
- Компьютер WS1 (7 шт.);
- Компьютер WS2;
- Монитор 17" (8 шт.);
- ПЭВМ;
- Офисный системный блок (2 шт.);
- ПЭВМ INTEL PENTIUM 4 d845 GBV HUB P4 1,7GHz, сервер PENTIUM 3;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Open SUSE 11
- OpenOffice
- Ubuntu 11

Согласована на портале № 39131

### 13.1.4. 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, 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.

# 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

| | |
|---|---|
| Чтобы реализовать численный метод, необходимо... | составить план |
| | составить систему уравнений |
| | составить программу или воспользоваться готовой |
| | составить алгоритм |

Согласована на портале № 39131

| | |
|---|---|
| Выберите формулу, используемую в методе Ньютона для уточнения корня нелинейного уравнения | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $x^{k+1} = x^k - \frac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$ |

| | |
|---|---|
| Выберите формулу, используемую в методе секущих для уточнения корня нелинейного уравнения | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $x^{k+1} = x^k - \frac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |

| | |
|---|---|
| Выберите формулу, используемую в методе релаксации для уточнения корня нелинейного уравнения | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \boldsymbol{\tau}\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $x^{k+1} = x^k - \frac{x^k - x^{k-1}}{F(x^k) - F(x^{k-1})} \cdot F(x^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^0))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |
| | $\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - (\mathbf{F}'(\mathbf{x}^k))^{-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ |

| | |
|---|---|
| Для более быстрого численного решения систем линейных уравнений с трёхдиагональными матрицами применяется... | метод Гаусса |
| | метод LU-разложения |
| | метод прогонки |
| | метод Зейделя |

| | |
|---|---|
| Какой из перечисленных методов решения систем линейных уравнений является итерационным? | метод LU-разложения |
| | метод прогонки |
| | метод Зейделя |
| | метод Гаусса |

| | |
|---|---|
| Интерполяция — это... | вычисление определённого интеграла на заданном участке |
| | выбор вида функции $\varphi(x)$ и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках $x_i$ к $f(x)$ |
| | приближенная замена функции $f(x)$ другой, более гладкой функцией $\varphi(x)$ |
| | построение для данной функции $y=f(x)$ многочлена $\varphi(x)$ степени $m$, принимающего в заданных точках $x_i$ те же значения $y_i$ , что и |

Согласована на портале № 39131

| | |
|---|---|
| | функция *f(x)* |

| | |
|---|---|
| Аппроксимация — это... | приближенная замена функции *f(x)* другой, более гладкой функцией *φ(x)* |
| | выбор вида функции *φ(x)* и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках $x_i$ к *f(x)* |
| | построение для данной функции *y=f(x)* многочлена *φ(x)* степени *m*, принимающего в заданных точках $x_i$ те же значения $y_i$ , что и функция *f(x)* |
| | вычисление определённого интеграла на заданном участке |

| | |
|---|---|
| Сглаживание сеточной функции это... | построение для данной функции *y=f(x)* многочлена *φ(x)* степени *m*, принимающего в заданных точках $x_i$ те же значения $y_i$ , что и функция *f(x)* |
| | вычисление определённого интеграла на заданном участке |
| | выбор вида функции *φ(x)* и определение её коэффициентов, исходя из критериев наилучшего приближения в точках $x_i$ к *f(x)* |
| | приближенная замена функции *f(x)* другой, более гладкой функцией *φ(x)* |

| | |
|---|---|
| Более точным приближением к значению производной является... | левая разностная производная |
| | центральная разностная производная |
| | правая разностная производная |
| | значение функции в средней точке |

| | |
|---|---|
| Выберите формулу численного расчета определенного интеграла по методу Симпсона | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} f(x_{i-1/2})h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{f(x_i)+f(x_{i-1})}{2}h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{h}{6}(f_{i-1}+4f_{i-1/2}+f_i)$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} f(x_i)h$ |

Согласована на портале № 39131

| | |
|---|---|
| Выберите формулу численного расчета определенного интеграла по методу прямоугольников | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{h}{6}(f_{i-1}+4f_{i-1/2}+f_i)$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} f(x_{i-1/2})h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{f(x_i)+f(x_{i-1})}{2}h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{6}[f_0+f_N+2(f_1+f_2+\ldots+f_{n-1})] +4\frac{h}{6}[f_{1/2}+f_{3/2}+\ldots+f_{N-1/2}]$ |

| | |
|---|---|
| Выберите формулу численного расчета определенного интеграла по методу трапеций | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{h}{6}(f_{i-1}+4f_{i-1/2}+f_i)$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} f(x_{i-1/2})h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} \frac{f(x_i)+f(x_{i-1})}{2}h$ |
| | $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{N} f(x_i)h$ |

| | |
|---|---|
| Какая из формул для расчета определенного интеграла точнее? | формула трапеций |
| | формула Симпсона |
| | формула прямоугольников |
| | формула правых прямоугольников |

| | |
|---|---|
| Выберите вариант, где указаны формулы для метода Рунге-Кутта 3-го порядка | $k_1 = f(t_n, y_n)$, $k_2 = f(t_n + \tau, y_n + \tau k_1)$ $y_{n+1} = y_n + 0.5\,\tau(k_1 + k_2)$ |
| | $k_1 = f(t_n, y_n)$, $k_2 = f(t_n + 0.5\tau, y_n + 0.5\tau k_1)$, $k_3 = f(t_n + 0.5\tau, y_n + 0.5\tau k_2)$, $k_4 = f(t_n + \tau, y_n + \tau k_3)$ $y_{n+1} = y_n + \tau(k_1+2k_2+2k_3+k_4)/6$ |
| | $k_1 = f(t_n, y_n)$, $k_2 = f(t_n + 0.5\tau, y_n + 0.5\tau k_1)$, $k_3 = f(t_n + \tau, y_n - \tau k_1 + 2\tau k_2)$, $y_{n+1} = y_n + \tau(k_1+4k_2+k_3)/6$ |
| | $k_1 = f(t_n, y_n)$, $k_2 = f(t_n + 0.5\tau, y_n + 0.5\tau k_1)$ $y_{n+1} = y_n + \tau k_2$ |

Согласована на портале № 39131

| | |
|---|---|
| Каков наивысший достижимый порядок аппроксимации для двухэтапных методов Рунге-Кутта? | первый |
| | второй |
| | третий |
| | четвертый |

| | |
|---|---|
| Какой из указанных методов является методом решения граничных задач? | Метод Эйлера |
| | Метод стрельбы |
| | Методы Рунге-Кутта |
| | Симметричная схема |

| | |
|---|---|
| Укажите первую формулу Рунге для апостериорной оценки погрешности | $w_{уточн} = w_h + R_0 + O(h^{p+1})$ |
| | $p=\ln\left(\frac{w_{kh}-w_{k^2h}}{w_h-w_{kh}}\right)/\ln k$ |
| | $R_0=\frac{w_h-w_{kh}}{k^p-1}$ |
| | $R_0=Ah^p$ |

| | |
|---|---|
| Укажите вторую формулу Рунге | $w_{уточн} = w_h + R_0 + O(h^{p+1})$ |
| | $p=\ln\left(\frac{w_{kh}-w_{k^2h}}{w_h-w_{kh}}\right)/\ln k$ |
| | $R_0=\frac{w_h-w_{kh}}{k^p-1}$ |
| | $R_0=Ah^p$ |

| | |
|---|---|
| Укажите формулу Эйткена для определения порядка метода | $w_{уточн} = w_h + R_0 + O(h^{p+1})$ |
| | $p=\ln\left(\frac{w_{kh}-w_{k^2h}}{w_h-w_{kh}}\right)/\ln k$ |
| | $R_0=\frac{w_h-w_{kh}}{k^p-1}$ |
| | $R_0=Ah^p$ |

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Метод Эйлера.
Симметричная схема.
Методы Рунге-Кутта.
Методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней.
Метод дихотомии.
Метод релаксации.

Согласована на портале № 39131

Метод Ньютона.
Метод секущих.
Метод Якоби. Метод Зейделя.
Гибридные методы.
Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Обращение матрицы.
Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений.
Метод LU-разложения.
Метод прогонки.
Многочлен Лагранжа.
Многочлен Ньютона.
Интерполяция сплайнами.
Аппроксимация функций.
Разностная аппроксимация производных.
Численное интегрирование. Формула прямоугольников.
Численное интегрирование. Формула трапеций.
Численное интегрирование. Формула Симпсона.
Методы решения краевых задач. Метод стрельбы.
Методы решения краевых задач. Разностная схема.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней.
Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод релаксации. Метод Ньютона.
Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Метод Зейделя.
Интерполяция функций. Алгоритмы построения интерполяционных многочленов. Аппроксимация функций.
Численное интегрирование. Сравнение методов. Разностная аппроксимация производных.
Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутта.
Методы решения краевых задач.
Методы оптимизации.

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

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

## 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- | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные | Преимущественно дистанционными методами |

Согласована на портале № 39131

| | | |
|---|---|---|
| двигательного аппарата | самостоятельные работы, вопросы к зачету | |
| 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 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 № 39131