**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

# ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра экономической математики, информатики и статистики (ЭМИС)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 10 | 10 | часов |
| Самостоятельная работа | 198 | 198 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 252 | 252 | часов |
| | 7 | 7 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 3 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 72141

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении задач оптимизации; знакомство с методами и алгоритмами решения задач аппроксимации функциями; рассмотрение способов решения дифференциальных и интегральных уравнений, а также использование вычислительной техники на практических занятиях для исследования различных численных алгоритмов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в областях, определяемых целями курса.
2. Студенты должны знать основные положения изучаемых разделов вычислительной математики, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов.
3. В ходе практических занятий студенты должны приобрести навыки решения задач по всем разделам, в том числе, и с использованием компьютеров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.01.
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** | | |

Согласована на портале № 72141

| | | |
|---|---|---|
| УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа | перечисляет способы поиска информации |
| | УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников | осуществляет поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи, используя различные источники информации |
| | УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач | сопоставляет информацию, полученную из разных источников, сопоставляет предметы и явления с целью нахождения общих и частных характеристик |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-2. Способен выполнить постановку новых задач анализа и синтеза новых проектных решений | ПК-2.1. Знает постановки новых задач анализа и синтеза новых проектных решений | может применять принципы постановки задач анализа и синтеза |
| | ПК-2.2. Умеет формулировать постановки новых задач анализа и синтеза новых проектных решений | может самостоятельно поставить задачу анализа и синтеза |
| | ПК-2.3. Владеет навыками постановок задач анализа и синтеза новых проектных решения | может применять навыки постановки задач анализа и синтеза новых проектных решений |

## 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 7 зачетных единиц, 252 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 72141

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 54 | 54 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 198 | 198 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 18 | 18 |
| Выполнение индивидуального задания | 124 | 124 |
| Подготовка к тестированию | 38 | 38 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 18 | 18 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 252 | 252 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 7 | 7 |

## 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 | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | | |
| 1 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной | 2 | 4 | 20 | 26 | УК-1 |
| 2 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 2 | 4 | 20 | 26 | ПК-2, УК-1 |
| 3 Вычисление собственных чисел и собственных векторов | 2 | - | 20 | 22 | ПК-2, УК-1 |
| 4 Решение систем нелинейных уравнений | 2 | 4 | 22 | 28 | ПК-2, УК-1 |
| 5 Аппроксимация функциями | 2 | 4 | 20 | 26 | УК-1 |
| 6 Численное дифференцирование функций | 2 | 4 | 20 | 26 | УК-1 |
| 7 Численное интегрирование функций | 2 | 4 | 22 | 28 | ПК-2, УК-1 |
| 8 Решение дифференциальных уравнений | 2 | 4 | 30 | 36 | УК-1 |
| 9 Интегральные уравнения | 2 | 8 | 24 | 34 | ПК-2, УК-1 |
| Итого за семестр | 18 | 36 | 198 | 252 | |
| Итого | 18 | 36 | 198 | 252 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной | Локализация корней; обусловленность задачи вычисления корня. Методы нахождения корней: перебора, бисекции (метод дихотомии); метод Ньютона; модификации метода Ньютона (упрощенный метод Ньютона, хорд, секущих, метод Стеффенсена); комбинированный метод; метод итераций. Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона; чувствительность к погрешностям | 2 | УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Постановка задачи. Нормы векторов и матриц; абсолютная и относительная погрешность векторов. Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса (схема единственного деления, схема с выбором главного элемента по столбцу); связь метода Гаусса с LU-разложением матрицы. QR-алгоритм решения СЛАУ (метод вращений). Метод ортогонализации; метод Халецкого. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации, метод Зейделя. Сходимость итерационных процессов. Погрешности итерационных процессов. Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов. Вычисление определителей: метод Гаусса, метод Халецкого. Вычисление обратной матрицы | 2 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Вычисление собственных чисел и собственных векторов | Постановка задачи. Преобразование подобия. Локализация собственных значений. Обусловленность задачи вычисления собственных значений и собственных векторов. Степенной метод вычисления максимального собственного числа. QR- алгоритм вычисления собственных чисел. Метод обратных итераций вычисления собственных векторов | 2 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Решение систем нелинейных уравнений | Постановка задачи; локализация корней; корректность и обусловленность задачи. Метод Ньютона; модифицированный метод Ньютона; упрощенный метод Ньютона. Метод итерации. Условия сходимости метода итераций. Градиентный метод | 2 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Аппроксимация функциями | Постановка задачи. Интерполяция обобщенными многочленами. Полиноминальная интерполяция, многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация погрешности. Интерполяционная формула Ньютона для равномерной сетки. Формула Ньютона для неравномерной сетки. Глобальная полиноминальная интерполяция. Чувствительность интерполяционного полинома к погрешностям входных данных. Интерполяция с помощью «скользящего» полинома. Кусочно-полиноминальная интерполяция. Преобразование Фурье, дискретное преобразование. Тригонометрическая интерполяция. Приближение сплайнами. Линейные, параболические, кубические сплайны. Ортогональные системы функций (показательные и тригонометрические функции) | 2 | УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Численное дифференцирование функций | Постановка задачи. Простейшие формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной. Общий способ получения формул численного дифференцирования. Погрешности дифференцирования. Обусловленность формул численного дифференцирования | 2 | УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Численное интегрирование функций | Понятие о квадратурных формулах. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников. Погрешность квадратурных формул. Обусловленность квадратурных формул. Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул | 2 | УК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Решение дифференциальных уравнений | Постановка задачи. Устойчивость решения задачи Коши: устойчивость на конечном отрезке, устойчивость по правой части. Численные методы решения задачи Коши (сетки и сеточные функции), дискретная задача Коши, явные и неявные методы, устойчивость). Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта, схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности. Решение систем дифференциальных уравнений. Решение уравнения n-го порядка | 2 | УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Интегральные уравнения | Классификация линейных интегральных уравнений. Дискретизация интегрального уравнения второго рода. Решение интегральных уравнений I-го рода. Регуляризация | 2 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 1 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной | Численное решение нелинейного уравнения | 4 | УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Численное решение систем линейных уравнений прямыми методами | 4 | УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Решение систем нелинейных уравнений | Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Численное решение систем линейных уравнений прямыми итерационными методами | 4 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Аппроксимация функциями | Методы приближения функций полиномами n-той степени, степенной функцией, экспонентой, логарифмом, тригонометрическими функциями. Численное решение систем нелинейных уравнений | 4 | УК-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Численное дифференцирование функций | Численное дифференцирование функций и численное интегрирование | 4 | УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Численное интегрирование функций | Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников, формулы трапеций, Симпсона. Приближение функций | 4 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Решение дифференциальных уравнений | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью методов Рунге-Кутта, схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности. Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения | 4 | УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Интегральные уравнения | Численные методы решения интегральных уравнений. Метод наименьших квадратов | 8 | ПК-2, УК-1 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

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 |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 72141

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 20 | | |
| 2 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | ПК-2, УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Вычисление собственных чисел и собственных векторов | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | ПК-2, УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-2, УК-1 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Решение систем нелинейных уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | ПК-2, УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2, УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-2, УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 22 | | |

Согласована на портале № 72141

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Аппроксимация функциями | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 20 | | |
| 6 Численное дифференцирование функций | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 20 | | |
| 7 Численное интегрирование функций | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 14 | УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2, УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ПК-2, УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 22 | | |
| 8 Решение дифференциальных уравнений | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 22 | УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 30 | | |

Согласована на портале № 72141

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 Интегральные уравнения | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение индивидуального задания | 16 | ПК-2, УК-1 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-2, УК-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ПК-2, УК-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 24 | | |
| Итого за семестр | | 198 | | |
| Итого | | 198 | | |

### 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. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Индивидуальное задание, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование |
| УК-1 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Индивидуальное задание, Отчет по практическому занятию (семинару), 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

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Индивидуальное задание | 7 | 8 | 8 | 23 |
| Тестирование | 7 | 8 | 8 | 23 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Итого максимум за период | 32 | 34 | 34 | 100 |
| Нарастающим итогом | 32 | 66 | 100 | 100 |

Согласована на портале № 72141

### 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. Тынкевич, М. А. Введение в численный анализ : учебное пособие / М. А. Тынкевич. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 179 с. — ISBN 978-5-906969-35-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/115170.

2. Емельянов, В. Н. Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — Текст : электронный [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492145.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/491582.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Численные методы: Учебно-методическое пособие / И. Г. Боровской - 2017. 108 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7095.

2. Численные методы: Методические указания по выполнению самостоятельных и практических работ для студентов технических направлений подготовки / И. Г. Боровской - 2022. 51 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10086.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 72141

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

Класс ГПО: 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, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 425 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Плазменный телевизор;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 95;
- Microsoft Visual Studio 2012;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

### 8.3. 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, 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

Согласована на портале № 72141

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

### 8.4. 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 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 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной | УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 3 Вычисление собственных чисел и собственных векторов | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Решение систем нелинейных уравнений | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 5 Аппроксимация функциями | УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 72141

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Численное дифференцирование функций | УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 7 Численное интегрирование функций | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 8 Решение дифференциальных уравнений | УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 9 Интегральные уравнения | ПК-2, УК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

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

Согласована на портале № 72141

| 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 |
| 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

Согласована на портале № 72141

1. Что такое сглаживающий сплайн
   1) приближенное представление кусочно-непрерывной функции
   2) интерполирующая кусочно-непрерывная функция
   3) экстраполирующая кусочно-непрерывная функция
   4) интерполирующая кусочно-разрывная функция
2. Укажите численное представление 1-й производной первого порядка аппроксимации
   1) (fi - fi+1)/h
   2) (fi+1 - fi-1)/2h
   3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2
   4) Нет таких вариантов
3. Укажите численное представление 1-й производной второго порядка аппроксимации
   1) (fi - fi+1)/h
   2) (fi+1 - fi-1)/2h
   3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2
   4) Нет таких вариантов
4. Укажите численное представление 1-й производной третьего порядка аппроксимации
   1) (fi - fi+1)/h
   2) (fi+1 - fi-1)/2h
   3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2
   4) Нет таких вариантов
5. Укажите численное представление 2-й производной второго порядка аппроксимации
   1) (fi - fi+1)/h
   2) (fi+1 - fi-1)/2h
   3) (fi-1 -2 fi + fi+1)/h2
   4) Нет таких вариантов
6. Укажите существующую форму задачи линейного программирования
   1) каноническая
   2) кубическая
   3) квадратная
   4) линейная
7. Укажите существующую форму задачи линейного программирования
   1) симметричная
   2) несимметричная
   3) левая
   4) правая
8. Методы Рунге-Кутта служат для
   1) численного решения дифференциальных уравнений
   2) аналитического решения дифференциальных уравнений
   3) численного решения интегральных уравнений
   4) аналитического решения интегральных уравнений
9. Точность метода Рунге-Кутта
   1) выше первого порядка
   2) первого порядка
   3) второго порядка
   4) четвертого порядка
10. Метод проекции градиента предназначен для
   1) численного решения задач оптимизации
   2) аналитического решения задач оптимизации
   3) численного решения экстраполяционных задач
   4) аналитического решения экстраполяционных задач

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Что такое сплайн.
2. Дайте определение многочлена наилучшего среднеквадратического приближения для функции.
3. Построить на отрезке [0, 1] многочлен наилучшего среднеквадратического приближения Ф1(x)=c0+c1x для функции.

Согласована на портале № 72141

4. Какова связь наилучшего среднеквадратического приближения и рядов Фурье?
5. Запишите выражения для разностной производной, центральной разностной производной и второй разностной производной. Укажите порядок точности этих формул.
6. Запишите формулы численного интегрирования для частичного отрезка: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Укажите порядок точности этих формул.
7. Понятия о методах оптимизации. Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации.
8. Формы записи задач линейного программирования.
9. Численные методы оптимизации. Методы первого порядка.
10. Численные методы оптимизации. Методы второго порядка.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Классификация линейных интегральных уравнений.
2. Дискретизация интегрального уравнения второго рода.
3. Методы нахождения корней: метод перебора, метод дихотомии.
4. Метод Ньютона; модификации метода Ньютона (упрощенный метод Ньютона, хорд, секущих.
5. Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона; чувствительность к погрешностям.
6. Формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной.
7. Общий способ получения формул численного дифференцирования.
8. Погрешности дифференцирования. Обусловленность формул численного дифференцирования.

### 9.1.4. Темы практических занятий

1. Численное решение нелинейного уравнения
2. Численное решение систем линейных уравнений прямыми методами
3. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Численное решение систем линейных уравнений прямыми итерационными методами
4. Методы приближения функций полиномами n-той степени, степенной функцией, экспонентой, логарифмом, тригонометрическими функциями. Численное решение систем нелинейных уравнений
5. Численное дифференцирование функций и численное интегрирование
6. Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников, формулы трапеций, Симпсона. Приближение функций
7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью методов Рунге-Кутта, схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности. Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения
8. Численные методы решения интегральных уравнений. Метод наименьших квадратов

## 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:

Согласована на портале № 72141

– 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 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,

Согласована на портале № 72141

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 № 72141

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭМИС
протокол № 7 от «17» 2 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭМИС | И.Г. Боровской | Согласовано, 806d2ff7-778b-4ed6-a3d7-87623a208b8c |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭМИС | И.Г. Боровской | Согласовано, 806d2ff7-778b-4ed6-a3d7-87623a208b8c |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ЭМИС | И.Г. Афанасьева | Согласовано, 14d2ad0b-0b75-401e-9d97-39fca5825785 |
| Доцент, каф. ЭМИС | Е.А. Шельмина | Согласовано, 54cb71d7-43bf-4e94-938e-094b7e6d003d |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. ЭМИС | И.Г. Боровской | Разработано, 806d2ff7-778b-4ed6-a3d7-87623a208b8c |

Согласована на портале № 72141