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

Вычислительные 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: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **ЭМИС, Кафедра экономической математики, информатики и статистики**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	42	42	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Самостоятельная работа	90	90	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 29563

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от « 23 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭМИС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

зав.кафедрой каф. ЭМИС _____ И. Г. Боровской

Заведующий обеспечивающей каф. ЭМИС _____ И. Г. Боровской

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф. ЭМИС _____ И. Г. Боровской

Эксперты:

профессор тусура _____ С. И. Колесникова

Доцент кафедры экономической математики, информатики и статистики (ЭМИС) _____ Е. А. Шельмина

Согласована на портале № 29563

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

- изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении задач оптимизации

- знакомство с методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных

- аппроксимация функциями, численное дифференцирование и интегрирование функций

- решение дифференциальных и интегральных уравнений.

Кроме того, использование вычислительной техники на практических занятиях помогает студентам приобрести навыки построения и исследования различных численных алгоритмов.

1.2. Задачи дисциплины

– - приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в областях, определяемых целями курса.

– Кроме того, в результате изучения дисциплины «Численные методы» студенты должны знать основные положения изучаемых разделов вычислительной математики, уметь формулировать и доказывать основные результаты этих разделов. 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

Дисциплина «Вычислительные методы» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Современные средства программирования, Структуры и алгоритмы обработки данных.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности;

– ПК-4 владением существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; • теоретические основы численных методов, погрешности вычислений, устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени счета); • решение нелинейных уравнений и систем; • численное интегрирование и дифференцирование; • методы приближения функции; • методы решения дифференциальных уравнений; • методы решения интегральных уравнений.

– **уметь** • строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных программ; • разрабатывать программы, реализующие численные методы.

– **владеть** • навыками применения базового инструментария численных методов для решения прикладных задач; • методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	12	12

Согласована на портале № 29563

Практические занятия	42	42
Самостоятельная работа (всего)	90	90
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	70	70
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Ле к., ч	ра к. за н	м. ра б.,	в (б ез	ир уе м ые ко м
3 семестр					
1 Погрешности вычислений	1	0	2	3	ПК-3, ПК-4
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	1	0	2	3	ПК-3, ПК-4
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	1	4	14	19	ПК-3, ПК-4
4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	1	6	10	17	ПК-3, ПК-4
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	1	0	2	3	ПК-3, ПК-4
6 Решение систем нелинейных уравнений	1	4	10	15	ПК-3, ПК-4
7 Аппроксимация функциями	1	6	10	17	ПК-3, ПК-4
8 Численное дифференцирование функций	1	6	6	13	ПК-3, ПК-4
9 Численное интегрирование функций	1	8	14	23	ПК-3, ПК-4
10 Решение дифференциальных уравнений	2	4	10	16	ПК-3, ПК-4
11 Интегральные уравнения	1	4	10	15	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	12	42	90	144	
Итого	12	42	90	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	ое мк ос	м ые ко
3 семестр			
1 Погрешности вычислений	Источники погрешностей. Понятие приближенного числа. Абсолютная и относительная погрешности. Верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы, разности, произведения, частного, степени. Общая формула для погрешности	1	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 29563

	функции. Обратная задача теории погрешности.		
	Итого	1	
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Постановка вычислительной задачи; обусловленность вычислительной задачи; корректность вычислительных алгоритмов; требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
3 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.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
4 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.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
5 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.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
6 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.	1	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 29563

	Градиентный метод.		
	Итого	1	
7 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).	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
8 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.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
9 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.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
10 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	ПК-3, ПК-4
	Итого	2	
11 Интегральные уравнения	Классификация линейных интегральных уравнений. Дискретизация интегрального уравнения второго рода. Решение интегральных уравнений I-го рода. Регуляризация.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	

Согласована на портале № 29563

Итого за семестр		12	

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	10	11
Предшествующие дисциплины											
1 Современные средства программирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Структуры и алгоритмы обработки данных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины											
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Самост. раб.	
ПК-3	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

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 (в часах)

Согласована на портале № 29563

3 семестр			
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Численное решение нелинейного уравнения	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Численное решение систем линейных уравнений прямыми методами	6	ПК-3, ПК-4
	Итого	6	
6 Решение систем нелинейных уравнений	Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Численное решение систем линейных уравнений прямыми итерационными методами.	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
7 Аппроксимация функциями	Методы приближения функций полиномами n-той степени, степенной функцией, экспонентой, логарифмом, тригонометрическими функциями. Численное решение систем нелинейных уравнений	6	ПК-3, ПК-4
	Итого	6	
8 Численное дифференцирование функций	Численное дифференцирование функций и численное интегрирование	6	ПК-3, ПК-4
	Итого	6	
9 Численное интегрирование функций	Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников, формулы трапеций, Симпсона. Приближение функций.	8	ПК-3, ПК-4
	Итого	8	
10 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	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
11 Интегральные уравнения	Численные методы решения интегральных уравнений. Метод наименьших квадратов.	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		42	

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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Погрешности вычислений	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на

Согласована на портале № 29563

	Итого	2		занятиях, Тест
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	14		
4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
6 Решение систем нелинейных уравнений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
7 Аппроксимация функциями	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
8 Численное дифференцирование функций	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	0		
	Итого	6		
9 Численное интегрирование функций	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	14		
10 Решение дифференциальных	Подготовка к практическим занятиям,	8	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по

уравнений	семинарам			индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
11 Интегральные уравнения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3, ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
Итого за семестр		90		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		126		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	8	6	8	22
Опрос на занятиях	8	6	8	22
Отчет по индивидуальному заданию	4	4	6	14
Отчет по практическому занятию	4	4	4	12
Итого максимум за период	24	20	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	24	44	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

Согласована на портале № 29563

< 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)
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. Вычислительные методы: Учебное пособие / Мицель А. А. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4863, дата обращения: 05.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Технология разработки программных систем: Учебное пособие / Боровской И. Г. - 2012. 260 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2436, дата обращения: 05.06.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Численные методы: Методические указания по выполнению практических и самостоятельных работ / Боровской И. Г. - 2017. 54 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7096, дата обращения: 05.06.2018.
2. Численные методы: Учебно-методическое пособие / Боровской И. Г. - 2017. 108 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7095, дата обращения: 05.06.2018.

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 № 29563

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://journals.ioffe.ru/ - журнальный портал ФТИ им. А.Ф.Иоффе
2. http://www.mathnet.ru - общероссийский математический портал
3. http://lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ, Москва
4. http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons
5. http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier
6. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh - справочные и нормативные базы данных

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 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, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 426 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПЭВМ (Intel Pentium, 2 Gb RAM) (12 шт.);
- Магнитомаркерная доска;
- Видеопроектор;
- Экран;
- ПЭВМ (10 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Microsoft Office 95
- Microsoft Visual Studio 2012
- OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

- учебная мебель;

Согласована на портале № 29563

- 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

1. Что такое сглаживающий сплайн	приближенное представление кусочно-непрерывной функции
	интерполирующая кусочно-непрерывная функция
	экстраполирующая кусочно-непрерывная функция
	интерполирующая кусочно-разрывная функция
2. Укажите численное представление 1-й производной первого порядка аппроксимации	$(f_i - f_{i+1})/h$
	$(f_{i+1} - f_{i-1})/2h$
	$(f_{i-1} -2 f_i + f_{i+1})/h^2$
	Нет таких вариантов
3. Укажите численное представление 1-й производной второго порядка аппроксимации	$(f_i - f_{i+1})/h$
	$(f_{i+1} - f_{i-1})/2h$
	$(f_{i-1} -2 f_i + f_{i+1})/h^2$
	Нет таких вариантов
4. Укажите численное представление 1-й	$(f_i - f_{i+1})/h$

Согласована на портале № 29563

производной третьего порядка аппроксимации	$(f_{i+1} - f_{i-1})/2h$
	$(f_{i-1} - 2f_i + f_{i+1})/h^2$
	Нет таких вариантов
5. Укажите численное представление 2-й производной второго порядка аппроксимации	$(f_i - f_{i+1})/h$
	$(f_{i+1} - f_{i-1})/2h$
	$(f_{i-1} - 2f_i + f_{i+1})/h^2$
	Нет таких вариантов
6. Существует …… форма задачи линейного программирования	каноническая
	кубическая
	квадратная
	линейная
7. Существует …… форма задачи линейного программирования	симметричная
	несимметричная
	левая
	правая
8. Методы Рунге-Кутта служат для	численного решения дифференциальных уравнений
	аналитического решения дифференциальных уравнений
	численного решения интегральных уравнений
	аналитического решения интегральных уравнений
9. Точность метода Рунге-Кутта	выше первого порядка
	первого порядка
	второго порядка
	четвертого порядка
10. Метод проекции градиента предназначен для	численного решения задач оптимизации
	аналитического решения задач оптимизации
	численного решения экстраполяционных задач
	аналитического решения экстраполяционных задач
11. Метод штрафных функций предназначен для	численного решения условных задач оптимизации
	аналитического решения условных задач оптимизации
	численного решения условных экстраполяционных задач
	аналитического решения условных экстраполяционных задач
12. Трансцендентные уравнения можно решать	методом дихотомии, методом Ньютона и методом хорд
	методом дихотомии, методом Эйлера и методом хорд
	методом дихотомии, методом Ньютона и методом дуг
	методом спуска, методом Ньютона и методом хорд
13. Какие утверждения о методах решения трансцендентных уравнений верны	метод дихотомии обладает абсолютной сходимостью, а метод Ньютона – наибольшей скоростью сходимости

Согласована на портале № 29563

	методом дихотомии обладает наибольшей скоростью, а метод Ньютона - абсолютной сходимостью
	метод хорд обладает абсолютной сходимостью, а метод Ньютона – наибольшей скоростью сходимости
	Нет верных утверждений
14. Метод наименьших квадратов служит для	аппроксимации дискретных данных единой аналитической функцией
	аппроксимации дискретных данных кусочно-аналитическими функциями
	решения задачи интерполяции
	решения задачи экстраполяции
15. Метод стрельбы служит для	решения ОДУ второго порядка
	решения ОДУ первого порядка
	решения интегральных уравнений
	нет такого метода
16. Уравнение теплопроводности относится к задачам	параболического типа
	гиперболического типа
	эллиптического типа
	сферического типа
17. Уравнения газовой динамики относится к задачам	гиперболического типа
	параболического типа
	эллиптического типа
	сферического типа
18. Потенциальное течение жидкости относится к задачам	эллиптического типа
	гиперболического типа
	параболического типа
	сферического типа
19. Какие утверждения о явных и неявных конечно разностных схемах верны	явные условно устойчивые, неявные – безусловно устойчивые
	явные имеют более высокий порядок точности
	явные имеют более высокую скорость сходимости
	явные более широко распространены
20. Какие утверждения о методе конечных разностей и методе конечных элементов верны	МКЭ позволяет решить трехмерную задачу теплопроводности, МКР - нет
	МКР позволяет решить трехмерную задачу теплопроводности, МКЭ - нет
	МКЭ позволяет решить двумерную задачу теплопроводности, МКР - нет
	МКЭ позволяет решить одномерную задачу теплопроводности, МКР - нет

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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 № 29563

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.

11. Какая задача Коши называется корректно поставленной?

12. Какой численный метод решения задачи Коши называется устойчивым?

13. В чем состоит подход Тейлора к решению задачи Коши?

14. Основной недостаток подхода Тейлора к решению задачи Коши и способ его устранения в методах Рунге-Кутта

15. Формулы для метода Эйлера решения задачи Коши и приведите его графическую пошаговую интерпретацию

16. Для модифицированного метода Эйлера-Коши: приведите графическую пошаговую интерпретацию

17. Численное решение задачи Коши методом полиномиальной аппроксимации.

18. Явные и неявные методы решения задачи Коши

19. Жесткие дифференциальные уравнения. Требования, предъявляемые к численным методам их решения

20. Приведите постановку краевой задачи и назовите основные методы ее численного решения

21. Сформулируйте основную идею метода стрельбы решения краевой задачи

22. Для краевой задачи запишите реализацию разностного метода решения

23. Приведите постановку задачи на собственные значения и назовите основные методы ее численного решения

24. Проведите классификацию уравнений в частных производных

25. Составьте явную разностную схему для решения задачи теплопроводности

14.1.3. Темы докладов

Классификация линейных интегральных уравнений. Дискретизация интегрального уравнения второго рода. Решение интегральных уравнений I-го рода. Регуляризация. Понятие о квадратурных формулах. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников. Погрешность квадратурных формул. Обусловленность квадратурных формул. Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул. 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. Формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной. Общий способ получения формул численного дифференцирования. Погрешности дифференцирования. Обусловленность формул численного дифференцирования.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Источники погрешностей. Понятие приближенного числа. Абсолютная и относительная погрешности. Верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы, разности, произведения, частного, степени. Общая формула для погрешности функции. Обратная задача теории погрешности.

Обусловленность вычислительной задачи; корректность вычислительных алгоритмов; требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам.

Нормы векторов и матриц; абсолютная и относительная погрешность векторов.

Согласована на портале № 29563

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.

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.

Локализация корней; корректность и обусловленность задачи. Метод Ньютона; модифицированный метод Ньютона; упрощенный метод Ньютона. Метод итерации. Условия сходимости метода итераций. Градиентный метод.

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).

14.1.5. Темы индивидуальных заданий

1. Погрешности вычислений.
2. Модификации метода Ньютона поиска корней нелинейного уравнения с одной переменной
3. Метод ортогонализации решения систем линейных алгебраических уравнений.
4. Приближение сплайнами. Линейные, параболические, кубические сплайны.
5. Ортогональные системы показательные функций.
6. Модифицированные методы решения СЛАУ. Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов.
7. Методы решения интегральных уравнений

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Найдите простейший способ построения интерполяционного многочлена n-ой степени, если даны n+1 отсчет функции: (xi, yi), i=1,2,…,n+1.
2. Для таблично заданной функции постройте интерполяционный многочлен Лагранжа и с его помощью подсчитайте значение функции в точках x=0, x=0,4, x=0,8.
3. С помощью вычислительного эксперимента выяснить совпадают ли для одних и тех же узловых точек (xi, yi), i=1,2,…,n+1 различные интерполяционные многочлены n-ой степени (Лагранжа, Ньютона и другие)?
4. Для таблично заданной функции постройте интерполяционный многочлен Ньютона и с его помощью подсчитайте значение функции в точках x=1,2,3.
5. Оцените скорость сходимости численных методов оптимизации.
6. Численные методы решения интегральных уравнений.
7. Численные методы решения уравнений в частных производных.

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

Согласована на портале № 29563

здоровья и инвалидов

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается 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 № 29563