МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная математика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	4	10	часов
2	Практические занятия	6	4	10	часов
3	Всего аудиторных занятий	12	8	20	часов
4	Из них в интерактивной форме	6	4	10	часов
5	Самостоятельная работа	76	75	151	часов
6	Всего (без экзамена)	88	83	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
8	Общая трудоемкость	88	92	180	часов
		5.0		5.0	З.Е

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17545

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от «24» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12 января 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. АСУ _____ В. В. Романенко

Заведующий обеспечивающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Эксперты:

доцент каф. АСУ _____ А. И. Исакова

Согласована на портале № 17545

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении задач поиска нулей функций одной переменной, решения систем линейных и нелинейных уравнений, вычисления собственных чисел и собственных векторов матриц, обращения матриц, интерполирования функций, численного дифференцирования и интегрирования функций, решения дифференциальных и интегральных уравнений.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей изучения дисциплины является приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области, определяемой основной целью курса.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вычислительная математика» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Объектно-ориентированное программирование, Программирование, Структуры и алгоритмы обработки данных в ЭВМ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 Способность к самоорганизации и самообразованию;

– ОПК-5 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; теоретические основы численных методов, погрешности вычислений, устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени счета); численные методы линейной алгебры; 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 задач; 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	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	20	12	8
Лекции	10	6	4
Практические занятия	10	6	4
Из них в интерактивной форме	10	6	4
Самостоятельная работа (всего)	151	76	75
Проработка лекционного материала	87	40	47
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	56	28	28

Согласована на портале № 17545

Выполнение контрольных работ	8	8	
Всего (без экзамена)	171	88	83
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	180	88	92
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	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Тема 1. Погрешности вычислений	1	0	4	5	ОК-7, ОПК-5
2 Тема 2. Корректность вычислительных задач и алгоритмов	1	0	4	5	ОК-7, ОПК-5
3 Тема 3. Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	1	2	16	19	ОК-7, ОПК-5
4 Тема 4. Численные методы решения задач линейной алгебры	1	2	20	23	ОК-7, ОПК-5
5 Тема 5. Вычисление собственных чисел и собственных векторов	1	2	16	19	ОК-7, ОПК-5
6 Тема 6. Решение систем нелинейных уравнений	1	0	16	17	ОК-7, ОПК-5
Итого за семестр	6	6	76	88	
6 семестр					
7 Тема 7. Приближение функций	1	2	24	27	ОК-7, ОПК-5
8 Тема 8. Численное дифференцирование функций	1	0	8	9	ОК-7, ОПК-5
9 Тема 9. Численное интегрирование функций	1	2	16	19	ОК-7, ОПК-5
10 Тема 10. Решение дифференциальных уравнений	1	0	16	17	ОК-7, ОПК-5
11 Тема 11. Интегральные уравнения	0	0	11	11	ОК-7, ОПК-5
Итого за семестр	4	4	75	83	
Итого	10	10	151	171	

Согласована на портале № 17545

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
5 семестр			
1 Тема 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 функции. Обратная задача теории погрешности	1	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
2 Тема 2. Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Постановка вычислительной задачи; обусловленность вычислительной задачи; корректность вычислительных алгоритмов; требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам	1	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
3 Тема 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 Стефенсена); комбинированный метод; метод итераций. Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона; чувствительность к погрешностям	1	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
4 Тема 4. Численные методы решения задач линейной алгебры	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.	1	ОК-7, ОПК-5

Согласована на портале № 17545

	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		
	Итого	1	
5 Тема 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	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
6 Тема 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. Градиентный метод	1	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
6 семестр			
7 Тема 7. Приближение функций	Постановка задачи. Интерполяция обобщенными многочленами. Полиномиальная интерполяция, многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация погрешности. Интерполяционная формула Ньютона для равномерной сетки. Формула Ньютона для неравномерной сетки. Глобальная полиномиальная интерполяция. Чувствительность интерполяционного полинома к погрешностям входных данных. Интерполяция с помощью «скользящего» полинома. Кусочно-полиномиальная интерполяция. Преобразование Фурье, дискретное преобразование. Тригонометрическая интерполяция. Приближение сплайнами. Линейные, параболические, кубические сплайны. Ортогональные системы функций (показательные и тригономет-	1	ОК-7, ОПК-5

Согласована на портале № 17545

	рические функции).		
	Итого	1	
8 Тема 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	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
9 Тема 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	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
10 Тема 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.	1	ОК-7, ОПК-5
	Итого	1	
11 Тема 11. Интегральные уравнения	Классификация линейных интегральных уравнений. Дискретизация интегрального уравнения второго рода. Решение интегральных уравнений I рода. Регуляризация.	0	ОК-7, ОПК-5
	Итого	0	
Итого за семестр		4	
Итого		10	

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

Согласована на портале № 17545

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предшествующие дисциплины											
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Объектно-ориентированное программирование				+	+	+	+	+			
3 Программирование	+		+								
4 Структуры и алгоритмы обработки данных в ЭВМ			+	+	+	+	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОК-7	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ОПК-5	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
5 семестр		
Поисковый метод	2	2
Решение ситуационных задач	4	4

Согласована на портале № 17545

Итого за семестр:	6	6
6 семестр		
Решение ситуационных задач	2	2
Поисковый метод	2	2
Итого за семестр:	4	4
Итого	10	10

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, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Тема 3. Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Нахождение нулей функций с одной переменной	2	ОК-7, ОПК-5
	Итого	2	
4 Тема 4. Численные методы решения задач линейной алгебры	Численные методы решения задач линейной алгебры	2	ОК-7, ОПК-5
	Итого	2	
5 Тема 5. Вычисление собственных чисел и собственных векторов	Численные методы поиска собственных чисел и векторов матриц	2	ОК-7, ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
6 семестр			
7 Тема 7. Приближение функций	Методы приближения функций. Численное дифференцирование функций	2	ОК-7, ОПК-5
	Итого	2	
9 Тема 9. Численное интегрирование функций	Численное интегрирование	2	ОК-7, ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 17545

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Тема 1. Погрешности вычислений	Проработка лекционного материала	4	ОК-7, ОПК-5	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	4		
2 Тема 2. Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Проработка лекционного материала	4	ОК-7, ОПК-5	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	4		
3 Тема 3. Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
4 Тема 4. Численные методы решения задач линейной алгебры	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	20		
5 Тема 5. Вычисление собственных чисел и собственных векторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
6 Тема 6. Решение систем нелинейных уравнений	Выполнение контрольных работ	8	ОК-7, ОПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Проверка контрольных работ, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
Итого за семестр		76		
6 семестр				
7 Тема 7. Приближение функций	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	12		
	Итого	24		

Согласована на портале № 17545

8 Тема 8. Численное дифференцирование функций	Проработка лекционного материала	8	ОК-7, ОПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	8		
9 Тема 9. Численное интегрирование функций	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
10 Тема 10. Решение дифференциальных уравнений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-7, ОПК-5	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
11 Тема 11. Интегральные уравнения	Проработка лекционного материала	11	ОК-7, ОПК-5	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	11		
Итого за семестр		75		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		160		

9.1. Темы контрольных работ

1. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона
2. Решение систем нелинейных уравнений методом итераций
3. Решение систем нелинейных уравнений методом наискорейшего спуска

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Простейшие формулы численного дифференцирования
2. Общий способ получения формул численного дифференцирования
3. Погрешности дифференцирования
4. Обусловленность формул численного дифференцирования
5. Постановка задачи
6. Локализация корней
7. Корректность и обусловленность задачи
8. Метод Ньютона и его модификации
9. Метод итерации
10. Условия сходимости метода итераций
11. Градиентный метод
12. Нормы векторов и матриц
13. Абсолютная и относительная погрешность векторов
14. Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений
15. Прямые методы решения СЛАУ
16. Итерационные методы решения СЛАУ
17. Сходимость итерационных процессов
18. Погрешности итерационных процессов
19. Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов
20. Вычисление определителей
21. Вычисление обратной матрицы

Согласована на портале № 17545

22. Устойчивость решения задачи Коши
23. Численные методы решения задачи Коши
24. Метод Эйлера
25. Метод Рунге-Кутта
26. Решение систем дифференциальных уравнений
27. Решение уравнения n-го порядка
28. Интерполяция обобщенными многочленами
29. Полиноминальная интерполяция
30. Погрешность интерполяции
31. Минимизация погрешности
32. Глобальная полиноминальная интерполяция
33. Чувствительность интерполяционного полинома к погрешностям входных данных
34. Интерполяция с помощью «скользящего» полинома
35. Кусочно-полиноминальная интерполяция
36. Преобразование Фурье, дискретное преобразование
37. Тригонометрическая интерполяция
38. Приближение сплайнами
39. Ортогональные системы функций
40. Преобразование подобия
41. Локализация собственных значений
42. Обусловленность задачи вычисления собственных значений и собственных векторов
43. Степенной метод вычисления максимального собственного числа
44. QR-алгоритм вычисления собственных чисел
45. Метод обратных итераций вычисления собственных векторов
46. Локализация корней
47. Обусловленность задачи вычисления корня
48. Методы нахождения корней
49. Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона
50. Чувствительность к погрешностям
51. Источники погрешностей
52. Понятие приближенного числа
53. Абсолютная и относительная погрешности
54. Верные цифры числа
55. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа
56. Погрешность суммы, разности, произведения, частного, степени
57. Общая формула для погрешности функции
58. Обратная задача теории погрешности
59. Понятие о квадратурных формулах
60. Формулы Ньютона-Котеса
61. Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников
62. Погрешность квадратурных формул
63. Обусловленность квадратурных формул
64. Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул
65. Постановка вычислительной задачи
66. Обусловленность вычислительной задачи
67. Корректность вычислительных алгоритмов
68. Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам
69. Классификация линейных интегральных уравнений
70. Дискретизация интегрального уравнения второго рода
71. Решение интегральных уравнений 1-го рода
72. Регуляризация

Согласована на портале № 17545

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Мицель А.А. Вычислительные методы. Учебное пособие. – Томск: В-Спектр, 2010. – 264 с. (50 экз.). (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 636 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Мицель А.А. Практикум по численным методам. – Томск: ТУСУР, 2004. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Романенко В.В. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Вычислительная математика». – Томск: ТУСУР, 2010. – 106 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d18/b230100_d18_pract.doc
2. Мицель А.А. Численные методы. Методические указания по самостоятельной работе студентов по специальности 010400.62 «Прикладная математика и информатика». – Томск: ТУСУР, 2016. – 10 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/bak010400/d31/b010400_d31_work.doc

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва.
2. http://www.mathnet.ru.ru – общероссийский математический портал.
3. http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета.
4. http://onlinelibrary.wiley.com – научные журналы издательства Wiley&Sons.
5. http://www.sciencedirect.com – научные журналы издательства Elsevier.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Практические занятия осуществляются в компьютерном классе с использованием про-

Согласована на портале № 17545

граммного обеспечения: • Операционная система MS Windows. • Среда разработки Microsoft Studio Express Edition 2008-2015. • Среда разработки Borland Developer Studio 2006. • Офисный пакет Libre Office. • Пакет Mathsoft MathCAD. • Пакет MathWorks MATLAB.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студенты используют следующее бесплатное ПО, а также ПО, полученное по программе DreamSpark: • Операционная система MS Windows. • Среда разработки Microsoft Studio Express Edition 2008-2015. • Офисный пакет Libre Office или Microsoft Office.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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

Согласована на портале № 17545

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 17545

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Вычислительная математика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:
- доцент каф. АСУ В. В. Романенко

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17545

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-5	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	Должен знать особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; теоретические основы численных методов, погрешности вычислений, устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени счета); численные методы линейной алгебры; решение нелинейных уравнений и систем; численное интегрирование и дифференцирование; методы приближения функции; методы решения дифференциальных уравнений; методы решения интегральных уравнений;; Должен уметь строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач; разрабатывать программы, реализующие численные методы ; Должен владеть навыками применения базового инструментария численных методов для решения прикладных задач; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности ;
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 17545

уровень)		для выполнения простых задач	

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности..

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	численные методы линейной алгебры; решение нелинейных уравнений и систем; численное интегрирование и дифференцирование; методы приближения функции; методы решения дифференциальных уравнений; методы решения интегральных уравнений.	Разрабатывать программы, реализующие численные методы	Основными приемами численного решения математических задач на современных языках программирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает все изученные в рамках курса численные методы решения прикладных математических задач: • численные методы линейной алгебры; • решение нелинейных уравнений и систем; • численное ин-	• Умеет эффективно разрабатывать программы любого уровня сложности, реализующие численные методы;	• Свободно владеет приемами численно-го решения математических задач на современных языках программирования;

Согласована на портале № 17545

	тегрирование и дифференцирование; • методы приближения функции; • методы решения дифференциальных уравнений; • методы решения интегральных уравнений.;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные изученные в рамках курса численные методы решения прикладных математических задач: • численные методы линейной алгебры; • решение нелинейных уравнений и систем; • численное интегрирование и дифференцирование; • методы приближения функции.;	• Умеет разрабатывать программы среднего уровня сложности, реализующие численные методы;	• В достаточной степени владеет основными приемами численного решения математических задач на современных языках программирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает лишь базовые численные методы решения прикладных математических задач: • численные методы линейной алгебры; • численное интегрирование; • методы приближения функции.;	• Умеет разрабатывать простые программы, реализующие численные методы;	• На низком уровне владеет небольшим числом приемов численного решения математических задач на современных языках программирования;

2.2 Компетенция ОК-7

ОК-7: Способность к самоорганизации и самообразованию.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Теоретические основы численных методов, погрешности вычислений, устойчивости и сложности алгоритма.	Строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач. Использовать современный математический аппарат при реализации численных методов.	Навыками применения базового инструментария численных методов для решения прикладных задач. Методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 17545

	• Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает все особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; • Знает все теоретические положения численных методов, погрешности вычислений, устойчивости и сложности алгоритма;	• Умеет эффективно строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач любого уровня сложности; • Умеет использовать современный математический аппарат при реализации численных методов при разработке ПО любого уровня сложности;	• Свободно владеет навыками применения базового инструментария численных методов для решения любых прикладных задач; • Методикой построения, анализа и применения численных моделей любого уровня сложности в профессиональной деятельности;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; • Знает основные теоретические положения численных методов, погрешности вычислений;	• Умеет строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач среднего уровня сложности; • Частично умеет использовать современный математический аппарат при реализации численных методов при разработке ПО среднего уровня сложности;	• В достаточной степени владеет навыками применения базового инструментария численных методов для решения многих прикладных задач; • Методикой построения и применения численных моделей среднего уровня сложности в профессиональной деятельности;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает лишь базовые теоретические положения численных методов; • Знает лишь базовые особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ;	• Умеет использовать готовые алгоритмы реализации численных методов решения простых прикладных задач; • Умеет использовать некоторые математические приемы реализации численных методов при разработке ПО простого уровня;	• На низком уровне владеет навыками применения базового инструментария численных методов для решения лишь небольшого числа прикладных задач; • Методикой применения численных моделей простого уровня в профессиональной деятель-

Согласована на портале № 17545

			ности;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Простейшие формулы численного дифференцирования
- Общий способ получения формул численного дифференцирования
- Погрешности дифференцирования
- Обусловленность формул численного дифференцирования
- Постановка задачи
- Локализация корней
- Корректность и обусловленность задачи
- Метод Ньютона и его модификации
- Метод итерации
- Условия сходимости метода итераций
- Градиентный метод
- Нормы векторов и матриц
- Абсолютная и относительная погрешность векторов
- Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений
- Прямые методы решения СЛАУ
- Итерационные методы решения СЛАУ
- Сходимость итерационных процессов
- Погрешности итерационных процессов
- Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов
- Вычисление определителей
- Вычисление обратной матрицы
- Устойчивость решения задачи Коши
- Численные методы решения задачи Коши
- Метод Эйлера
- Метод Рунге-Кутта
- Решение систем дифференциальных уравнений
- Решение уравнения n-го порядка
- Интерполяция обобщенными многочленами
- Полиноминальная интерполяция
- Погрешность интерполяции
- Минимизация погрешности
- 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
- Ортогональные системы функций
- Преобразование подобия
- Локализация собственных значений
- Обусловленность задачи вычисления собственных значений и собственных векторов
- Степенной метод вычисления максимального собственного числа

Согласована на портале № 17545

- QR-алгоритм вычисления собственных чисел
- Метод обратных итераций вычисления собственных векторов
- Локализация корней
- Обусловленность задачи вычисления корня
- Методы нахождения корней
- Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона
- Чувствительность к погрешностям
- Понятие о квадратурных формулах
- Формулы Ньютона-Котеса
- Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников
- Погрешность квадратурных формул
- Обусловленность квадратурных формул
- Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул
- Классификация линейных интегральных уравнений
- Дискретизация интегрального уравнения второго рода
- Решение интегральных уравнений 1-го рода
- Регуляризация

3.2 Темы контрольных работ

- Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона
- Решение систем нелинейных уравнений методом итераций
- Решение систем нелинейных уравнений методом наискорейшего спуска

3.3 Темы опросов на занятиях

- Простейшие формулы численного дифференцирования
- Общий способ получения формул численного дифференцирования
- Погрешности дифференцирования
- Обусловленность формул численного дифференцирования
- Постановка задачи
- Локализация корней
- Корректность и обусловленность задачи
- Метод Ньютона и его модификации
- Метод итерации
- Условия сходимости метода итераций
- Градиентный метод
- Нормы векторов и матриц
- Абсолютная и относительная погрешность векторов
- Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений
- Прямые методы решения СЛАУ
- Итерационные методы решения СЛАУ
- Сходимость итерационных процессов
- Погрешности итерационных процессов
- Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов
- Вычисление определителей
- Вычисление обратной матрицы
- Устойчивость решения задачи Коши
- Численные методы решения задачи Коши
- Метод Эйлера
- Метод Рунге-Кутта
- Решение систем дифференциальных уравнений
- Решение уравнения n-го порядка
- Интерполяция обобщенными многочленами

Согласована на портале № 17545

- Полиноминальная интерполяция
- Погрешность интерполяции
- Минимизация погрешности
- 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
- Ортогональные системы функций
- 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
- Обусловленность задачи вычисления корня
- Методы нахождения корней
- Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона
- Чувствительность к погрешностям
- 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
- Понятие о квадратурных формулах
- Формулы Ньютона-Котеса
- Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников
- Погрешность квадратурных формул
- Обусловленность квадратурных формул
- Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул
- Постановка вычислительной задачи
- Обусловленность вычислительной задачи
- Корректность вычислительных алгоритмов
- Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам
- Классификация линейных интегральных уравнений
- Дискретизация интегрального уравнения второго рода
- Решение интегральных уравнений 1-го рода
- Регуляризация

3.4 Темы контрольных работ

- Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона
- Решение систем нелинейных уравнений методом итераций
- Решение систем нелинейных уравнений методом наискорейшего спуска

3.5 Экзаменационные вопросы

- Простейшие формулы численного дифференцирования

Согласована на портале № 17545

- Общий способ получения формул численного дифференцирования
- Погрешности дифференцирования
- Обусловленность формул численного дифференцирования
- Постановка задачи
- Локализация корней
- Корректность и обусловленность задачи
- Метод Ньютона и его модификации
- Метод итерации
- Условия сходимости метода итераций
- Градиентный метод
- Нормы векторов и матриц
- Абсолютная и относительная погрешность векторов
- Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений
- Прямые методы решения СЛАУ
- Итерационные методы решения СЛАУ
- Сходимость итерационных процессов
- Погрешности итерационных процессов
- Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов
- Вычисление определителей
- Вычисление обратной матрицы
- Устойчивость решения задачи Коши
- Численные методы решения задачи Коши
- Метод Эйлера
- Метод Рунге-Кутта
- Решение систем дифференциальных уравнений
- Решение уравнения n-го порядка
- Интерполяция обобщенными многочленами
- Полиноминальная интерполяция
- Погрешность интерполяции
- Минимизация погрешности
- 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
- Ортогональные системы функций
- 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
- Обусловленность задачи вычисления корня
- Методы нахождения корней
- Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона
- Чувствительность к погрешностям
- Источники погрешностей

Согласована на портале № 17545

- 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
- Понятие о квадратурных формулах
- Формулы Ньютона-Котеса
- Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников
- Погрешность квадратурных формул
- Обусловленность квадратурных формул
- Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул
- Постановка вычислительной задачи
- Обусловленность вычислительной задачи
- Корректность вычислительных алгоритмов
- Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам
- Классификация линейных интегральных уравнений
- Дискретизация интегрального уравнения второго рода
- Решение интегральных уравнений 1-го рода
- Регуляризация

3.6 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- Нахождение нулей функций с одной переменной
- Численные методы решения задач линейной алгебры
- Численные методы поиска собственных чисел и векторов матриц
- Методы приближения функций. Численное дифференцирование функций
- Численное интегрирование

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Мицель А.А. Вычислительные методы. Учебное пособие. – Томск: В-Спектр, 2010. – 264 с. (50 экз.). (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 636 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Мицель А.А. Практикум по численным методам. – Томск: ТУСУР, 2004. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Романенко В.В. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Вычислительная математика». – Томск: ТУСУР, 2010. – 106 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d18/b230100_d18_pract.doc
2. Мицель А.А. Численные методы. Методические указания по самостоятельной работе студентов по специальности 010400.62 «Прикладная математика и информатика». – Томск: ТУСУР, 2016. – 10 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/bak010400/d31/b010400_d31_work.doc

Согласована на портале № 17545

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва.
2. http://www.mathnet.ru.ru – общероссийский математический портал.
3. http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета.
4. http://onlinelibrary.wiley.com – научные журналы издательства Wiley&Sons.
5. http://www.sciencedirect.com – научные журналы издательства Elsevier.

Согласована на портале № 17545