Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО К УТВЕРЖДЕНИЮ	**УТВЕРЖДАЮ**
Директор филиала ДГТУ в Г. Дербенте И. М. Мейланов,	**Проректор по учебной работе**
______________________	______________ **Н. С. Суракатов**
Подпись ИОФ	**Подпись** ИОФ
20. 0 8. **2018г.**	24. 0 9 **2018г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Б1.В.ДВ.3Вычислительные методы
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 09.03.03 - «Прикладная информатика»
шифр и полное наименование направления

по профилю 09.03.03 - «Прикладная информатика в экономике»
шифр и полное наименование профиля

Факультет: Филиал в г.Дербенте
наименование факультета , где ведется дисциплина

Квалификация выпускника (степень) бакалавр
бакалавр

Форма обучения **очная**/заочная, курс **3**/3, семестр **5**/5
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 5 ЗЕТ (180 час)

лекции **17**/ (час), экзамен **5**/ (1 ЗЕТ-36ч.)
(семестр)

практические (семинарские) занятия **17**/ (час); зачет - ,
(семестр)

лабораторные занятия 34/ (час); самостоятельная работа 76/ (час);

курсовой проект (работа, РГР) ____ (семестр).

Зав кафедрой ЕГО и СД ______________ Г.М.Гусейнова
Подпись

Начальник УО ______________ Э.В.Магомаева
Подпись

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций примерной ООП ВО по направлению 09.03.03- «Прикладная информатика» по профилю «Прикладная информатика в экономике».

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от 06.09.2018 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному профилю

_______________ Г.М. Гусейнова
подпись И.О.Ф

ОДОБРЕНО
Методическим советом филиала
09.00.00
шифр и полное наименование
Прикладная информатика
направления
Председатель к.ф.н., Г.М.Гусейнова
____
подпись, ИОФ

12.09 2018г.

АВТОР ПРОГРАММЫ
_______________ Эмирбеков Э.Т.
подпись, И.О.Ф
к.ф.-м.н ст.преподаватель
ФИО, уч.степень, ученое звание, подпись

1. Цели освоения дисциплины.

Цель преподавания дисциплины «Вычислительные методы» состоит в том, чтобы дать студентам знания по подготовке и решению задач на современных ЭВМ и формированию у них навыков использования численных методов в их дальнейшей деятельности.

Задачей изучения дисциплины является обучение студентов численным методам решения различных прикладных задач с использованием вычислительной техники: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений; интерполирование; дифференцирование и интегрирование; решение дифференциальных уравнений

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО бакалавриата

Дисциплина включена в ООП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика в экономике» (уровень бакалавриата) вариативной части учебного плана, дисциплина по выбору Б1.ДВ.3.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Выпускник по направлению подготовки «Прикладная экономика», в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы, должен обладать следующими компетенциями:

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования (ОПК-2);

способностью проектировать ИС в соответствии с профилем подготовки по видам обеспечения (ПК-3);

способностью эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы (ПК-11);

способностью проводить оценку экономических затрат и рисков при создании информационных систем (ПК-21);

способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач (ПК-23);

В результате освоения дисциплины «Вычислительные методы» студент должен:

Знать: основные этапы подготовки и решения прикладных задач на ЭВМ, знать основы алгоритмизации и основные традиционные численные методы.

Уметь: разрабатывать алгоритмы и составить программы реализации на ЭВМ численных методов; отладить и решить задачи на ЭВМ с использованием сервисных возможностей современных пакетов программ.

Владеть: современными техническими и программными средствами, используемыми в решении задач с применением численных методов.

4. Структура и содержание дисциплины «Вычислительные методы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетные единицы –180 часов,** в том числе – лекционных **17 часов,** практических 17 **часов, лабораторных 34 часа,** СРС **76 часов,** форма отчётности: 5 **семестр- экзамен.**

4.1.Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1.	**Лекция 1.** **Тема 1: Введение в «Вычислительные методы».** 1. Цель курса «Вычислительные методы». 2.Составные части курса Вычислительные методы». 3. Роль и место курса «Вычислительные методы» в системе подготовки бакалавра по направлению прикладная информатика. 4.Основные этапы подготовки решения задач на ЭВМ. 5. Классификация ошибок численного решения задач на ЭВМ.	5	1-2	2	2	4	8	Входная КР
2.	**Лекция 2** **Тема 2: «Вычисление значений элементарных функций».** 1. Вычисление квадратного корня из числа по формуле Герона. Блок-схема алгоритма. 2. Вычисление значения полинома по схеме Горнера. Блок-схема алгоритма. 3. Вычисление значений элементарных функций. Блок-схема алгоритма.	5	3-4	2	2	4	8	
3.	**Лекция 3.** **Тема 3: «Решение нелинейных уравнений».** 1. Решение нелинейных уравнений: отделение кор-ней нелинейного уравнения. 2. Уточнение корней нелинейного уравнения метода-ми деления отрезка пополам, простых итераций и Ньютона. 3.Графическая интерпретация методов. Блок-схемы алгоритмов	5	5-6	2	2	4	8	АТТ КР №1

	указанных методов.							
4.	<u>**Лекция 4**</u> **Тема 4: «Элементы матричной алгебры».** 1. Вычисление определителя квадратной матрицы. Блок-схема алгоритма. 2. Транспонирование матрицы. Блок-схема алгоритма. 3. Нахождение элементов обратной матрицы. Блок-схема алгоритма.	5	7-8	2	2	4	8	
5.	<u>**Лекция 5**</u> **Тема 5: «Решение систем линейных алгебраических уравнений» (СЛАУ).** 1. Решение систем линей-ных алгебраических уравне-ний (СЛАУ) методом итера-ций Зейделя. 2. Достаточные условия сходимости метода Зейделя. 3. Решение СЛАУ методом Жордана-Гаусса. 4. Блок-схема алгоритмов указанных методов.	5	9-10	2	2	4	10	АТТ КР №2
6.	<u>**Лекция 6**</u> **Тема 6: «Интерполирование функций».** 1.Постановка задачи интерполирования. 2.Интерполяционный полином Лагранжа. 3.Блок-схема алгоритма вычисления значения интерполяционного полинома Лагранжа.	5	11-12	2	2	4	8	
7.	<u>**Лекция 7.**</u> **Тема 7: «Численное интегрирование».** 1.Вычисление определен-ных интегралов методами трапеций, Симпсона. 2. Оценка точности вычисления определенных интегралов по указанным мето-дам. 3. Блок-схемы алгоритмов методов трапеций и Симпсона.	5	13-14	2	2	4	8	
8.	<u>**Лекция 8.**</u> **Тема 8: «Решение задачи Коши».** 1. Численное дифференцирование. 2. Решение задачи Коши для ОДУ первого порядка методами Эйлера и Рунге-Кутта.	5	15-16	2	2	4	10	АТТ КР №3

	3. Блок-схемы алгоритмов указанных методов.							
9.	**Лекция 9.** **Тема 9: «Заключение».** 1. О перспективах развития вычислительных методов и программирования.	5	17	1	1	2	8	
	Итого:		**17 учеб. нед.**	**17**	**17**	**34**	**76**	**Экзамен 1 ЗЕТ-36 час.**

4.2 Содержание лабораторных занятий
(См. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Вычислительные методы» Э.Т.Эмирбеков. -Дербент, 2015.)

№п/п	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1.	**Лабораторная работа №1.** Действия над приближенными величинами	2
2.	**Лабораторная работа №2-4.** Линейная алгебра в **mathcad**	4
3.	**Лабораторная работа №5-6.** Итерационные методы. Решения нелинейных уравнений	4
4.	**Лабораторная работа №7-8.** Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений	4
5.	**Лабораторная работа №9-10.** Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	4
6.	**Лабораторная работа №11-12.** Интерполяция и аппроксимация функций	4
7.	**Лабораторная работа №13-14.** Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	4
8	**Лабораторная работа №15-16.** Численное интегрирование.	4
9.	**Лабораторная работа №17.** Вычисление пределов последовательностей и степенных рядов	4
	Итого:	**34**

4.3 Содержание практических занятий
(См. Вычислительные методы. Методическое пособие по практическим занятиям. Э.Т.Эмирбеков. -Дербент, 2015)

№ п/п	Тема практического занятия	Кол-во часов	Форма контроля
1	**Практическое занятие №1.** Тема: Приближенные вычисления	2	Опрос. Решение примеров
2	**Практическое занятие №2.** Тема: Вычисление значения функций по схеме Горнера.	2	Опрос. Решение примеров
3	**Практическое занятие №3.** Тема: Приближенное решение уравнений. Отделение корней уравнения. Метод Хорд. Метод	2	Опрос. Решение примеров

	Касательных.		
4	**Практическое занятие №4.** Тема: Приближенное решение уравнений. Комбинированное применение методов хорд и касательных. Метод итераций	2	Самостоятельная работа
5	**Практическое занятие №5.** Тема: Интерполирование Функций. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона.	2	Контрольная работа
6	**Практическое занятие №6.** Тема: Приближенное вычисление определенных интегралов. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод парабол	2	Опрос. Решение примеров и задач
7	**Практическое занятие №7.** Тема: Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта.	2	Опрос. Решение примеров и задач
8	**Практическое занятие №8.** Тема: Интерполяционный многочлен Лагранжа и Ньютона.	2	Опрос. Решение примеров и задач
9	**Практическое занятие №9.** Тема: Интерполяционный многочлен Лагранжа и Ньютона.	1	Контрольная работа
	Итого:	**17**	

4.4 Самостоятельная работа студентов

(См. Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Э.Т.Эмирбеков, -Дербент, 2015.)

№п/п	Содержание тем, самостоятельно изучаемых студентами	Кол-во часов	Формы контроля (контр.работы, практич. и лаб. занятия и т.д.)
1.	Об ошибках численного решения задач на ЭВМ.	6	Реферат
2.	Приближенное вычисление элементарных функций.	6	Домашняя контр. работа.
3.	Приближенное решение нелинейных уравнений.	6	Самост. раб.
4.	Матричная алгебра.	6	Реферат
5.	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	6	Домашняя контр. работа
6.	Интерполяция и экстраполяция таблично заданных функций.	6	Реферат
7.	Вычисление определенных интегралов.	6	Домашняя контр. работа
8.	Решение систем нелинейных уравнений	6	Реферат
9	Численное дифференцирование функций.	8	Самостоятельная работа
10.	Численное интегрирование функций.	6	Реферат
11.	Интегральные уравнения.	6	Реферат

12.	Решение дифференциальных уравнений	8	Домашняя контр. работа
	Итого:	**76**	

Структура и содержание дисциплины по заочной форме обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетные единицы –180 часов,** в том числе – лекционных **4 часов,** практических 4 **часов, лабораторных 9 часа,** СРС **154 часов,** форма отчётности: 3 курс**- экзамен.**

4.4.Содержание дисциплины

№ п/п	**Раздел дисциплины те**ма **лекции и вопросы**	**Курс**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)**				**Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1.	**<u>Лекция 1.</u>** **Тема 1: Введение в «Вычислительные методы».** 1. Цель курса «Вычислительные методы». 2.Составные части курса Вычислительные методы». 3. Роль и место курса «Вычислительные методы» в системе подготовки бакалавра по направлению прикладная информатика. 4.Основные этапы подготовки решения задач на ЭВМ. 5. Классификация ошибок численного решения задач на ЭВМ.	3		2		1	17	
2.	**<u>Лекция 2</u>** **Тема 2: «Вычисление значений элементарных функций».** 1. Вычисление квадратного корня из числа по формуле Герона. Блок-схема алгоритма. 2. Вычисление значения полинома по схеме Горнера. Блок-схема алгоритма. 3. Вычисление значений элементарных функций. Блок-схема алгоритма.	3			2	1	17	
3.	**<u>Лекция 3.</u>** **Тема 3: «Решение нелинейных уравнений».** 1. Решение нелинейных уравнений: отделение кор-ней нелинейного уравнения. 2. Уточнение корней нелинейного уравнения метода-ми деления отрезка пополам,	3		2		1	17	

	простых итераций и Ньютона. 3.Графическая интерпрета-ция методов. Блок-схемы алгоритмов указанных методов.							
4.	**<u>Лекция 4</u>** **Тема 4: «Элементы матри-чной алгебры».** 1. Вычисление определителя квадратной матрицы. Блок-схема алгоритма. 2. Транспонирование матри-цы. Блок-схема алгоритма. 3. Нахождение элементов обратной матрицы. Блок-схема алгоритма.	3			2	1	17	
5.	**<u>Лекция 5</u>** **Тема 5: «Решение систем линейных алгебраических уравнений» (СЛАУ).** 1. Решение систем линей-ных алгебраических уравне-ний (СЛАУ) методом итера-ций Зейделя. 2. Достаточные условия сходимости метода Зейделя. 3. Решение СЛАУ методом Жордана-Гаусса. 4. Блок-схема алгоритмов указанных методов.	3				1	17	
6.	**<u>Лекция 6</u>** **Тема 6: «Интерполирова-ние функций».** 1.Постановка задачи интер-полирования. 2.Интерполяционный поли-ном Лагранжа. 3.Блок-схема алгоритма вы-числения значения интер-поляционного полинома Лагранжа.	3				1	17	
7.	**<u>Лекция 7.</u>** **Тема 7: «Численное интегрирование».** 1.Вычисление определен-ных интегралов методами трапеций, Симпсона. 2. Оценка точности вычис-ления определенных интег-ралов по указанным мето-дам. 3. Блок-схемы алгоритмов методов трапеций и Симп-сона.	3				1	17	
8.	**<u>Лекция 8.</u>** **Тема 8: «Решение задачи Коши».** 1. Численное дифференци-рование.	3				1	17	

	2. Решение задачи Коши для ОДУ первого порядка методами Эйлера и Рунге-Кутта. 3. Блок-схемы алгоритмов указанных методов.							
9.	**Лекция 9.** **Тема 9: «Заключение».** 1. О перспективах развития вычислительных методов и программирования.	3				1	18	
	Итого:			**4**	**4**	**9**	**154**	**Экзамен**

4.5 Содержание лабораторных занятий
(См. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Вычислительные методы» Э.Т.Эмирбеков. -Дербент, 2015.)

№п/п	**Наименование лабораторной работы**	**Кол-во часов**
1.	**Лабораторная работа №1.** Действия над приближенными величинами	1
2.	**Лабораторная работа №2-4.** Линейная алгебра в **mathcad**	1
3.	**Лабораторная работа №5-6.** Итерационные методы. Решения нелинейных уравнений	1
4.	**Лабораторная работа №7-8.** Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений	1
5.	**Лабораторная работа №9-10.** Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	1
6.	**Лабораторная работа №11-12.** Интерполяция и аппроксимация функций	1
7.	**Лабораторная работа №13-14.** Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	1
8	**Лабораторная работа №15-16.** Численное интегрирование.	1
9.	**Лабораторная работа №17.** Вычисление пределов последовательностей и степенных рядов	1
	Итого:	**9**

4.6 Содержание практических занятий
(См. Вычислительные методы. Методическое пособие по практическим занятиям. Э.Т.Эмирбеков. -Дербент, 2015)

№ п/п	**Тема практического занятия**	**Кол-во часов**	**Форма контроля**
2	**Практическое занятие №2.** Тема: Вычисление значения функций по схеме Горнера.	2	Опрос. Решение примеров
4	**Практическое занятие №4.** Тема: Приближенное решение уравнений. Комбинированное применение методов хорд и касательных. Метод итераций	2	Самостоятельная работа

	Итого:	**4**	

4.6 Самостоятельная работа студентов
(См. Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Э.Т.Эмирбеков, -Дербент, 2015.)

№п/п	Содержание тем, самостоятельно изучаемых студентами	Кол-во часов	Формы контроля (контр.работы, практич. и лаб. занятия и т.д.)
1.	Об ошибках численного решения задач на ЭВМ.	12	Реферат
2.	Приближенное вычисление элементарных функций.	12	Домашняя контр. работа.
3.	Приближенное решение нелинейных уравнений.	12	Самост. раб.
4.	Матричная алгебра.	12	Реферат
5.	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	12	Домашняя контр. работа
6.	Интерполяция и экстраполяция таблично заданных функций.	12	Реферат
7.	Вычисление определенных интегралов.	12	Домашняя контр. работа
8.	Решение систем нелинейных уравнений	12	Реферат
9	Численное дифференцирование функций.	12	Самостоятельная работа
10.	Численное интегрирование функций.	12	Реферат
11.	Интегральные уравнения.	12	Реферат
12.	Решение дифференциальных уравнений	11	Домашняя контр. работа
	Итого:	**154**	

5. Образовательные технологии

Занятия по курсу «Вычислительные методы» проходят в форме лекций, лабораторных работ и практических занятий. На практических занятиях преподаватель демонстрирует методы решения задач, а также разбираются некоторые примеры из домашнего задания, которые вызвали проблемы у студентов при самостоятельном решении. На лабораторных занятиях студенты закрепляют знания, полученные в виде теории. Для достижения хороших результатов при изучении дисциплины студентам необходимо самостоятельно дома решать задания, выданные преподавателем, аккуратно выполнять лабораторные занятия, а также разбирать материалы лекций или соответствующие темы в рекомендованных учебниках.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ

Входная контрольная работа (Тестирование)

1)Приближенным числом а называют число, незначительно отличающиеся от

a) точного А
b) неточного А
c) среднего А
d) точного не известного
e) приблизительного А

2) а называется приближенным значением А по недостатку, если

a) $a < A$

b) a > A
c) a = A
d) a ≥ A
e) a ≤ A

3) a называется приближенным значением числа A по избытку, если
a) a > A
b) a < A
c) a = A
d) a ≥ A
e) a ≤ A

4)Под ошибкой или погрешностью Δa приближенного числа a обычно понимается разность между соответствующим точным числом A и данным приближением, т.е.
a) Δa = A - a
b) Δa = A + a
c) Δa = A/a
d) a = Δa - A
e) A = Δa + A

5) Если ошибка положительна A>, то
a) Δa > 0
b) Δa < 0
c) Δa = 0
d) Δa ≤ 0
e) a > a

6) Абсолютная погрешность приближенного числа
a) Δ = |Δa|
b) Δa = a
c) Δ = |a|
d) A = |Δa|
e) Δa = |Δв|

7) Абсолютная погрешность
a) Δ = |A - a|
b) ΔA = a
c) Δ = |B - a|
d) a = |A + a|
e) Δa = |A + в|

8) Предельную абсолютную погрешность вводят если
a) число A не известно
b) число a не известно
c) Δ не известно
d) A – a не известно
e) не известно B

9) Определить предельную абсолютную погрешность числа a = 3,14, заменяющего число π
a) 0,002
b) 0,001
c) 3,141
d) 0,2
e) 0,003

10) Относительная погрешность
a) σ = Δ/|A|
b) σ = Δ
c) σ = Δ/в
d) σ = c/a
e) σ = a – A

11) Округлить число π = 3,1415926535… до пяти значащих цифр
a) 3,1416
b) 3,1425
c) 3,142
d) 3,14
e) 0,1415

12) Предельная абсолютная погрешность разности
a) Δu=Δx1+Δx2
b) Δu=a+b
c) Δu=A+b
d) Δ=x1+x2
e) Δa=b+c
13) Найти ln3 с точностью до 10-5
a) 1,09861
b) 1,01
c) 1,098132
d) 1,02
e) 1,3

Аттестационная контрольная работа №1

1. Абсолютная и относительная погрешности. Общая формула для погрешности. Обратная задача теории погрешностей.
Примеры:
а) Найти предельную абсолютную и относительную погрешности объема шара
V=1/6π d^3, если диаметр d=3,7 см, $\pi = 3{,}14$.
б) Радиус основания цилиндра R= 2м, высота цилиндра H=3м. С какими абсолютными погрешностями нужно определить R и H , чтобы его объем можно было вычислить с точностью до 0,1 $м^3$?
в) С какой точностью надо измерить радиус круга R=30,5 см и со сколькими знаками взять π, чтобы площадь круга была известна с точностью до 0,1?

2. Вычисление значений функций: схема Горнера для вычисления значения полинома, формула Горнера для вычисления значения квадратного корня. Вычисление значений $e^x, sinx$, $cosx$. Примеры блок-схем алгоритмов и программ.

Аттестационная контрольная работа №2

1. Вычисление определенных интегралов: методы трапеций и Симпсона. Оценка погрешности методов. Блок схемы и программы и вычислений. Примеры.
2. Вычисление с заданной точностью одного из корней нелинейного уравнения: методы половинного деления, простых итераций и Ньютона. Блок-схемы и программы вычислений. Примеры.
3. Решение СЛАУ. Примеры. Блок схема и программа Зейделя. Достаточные условия сходимости итерационных методов. Сведение системы к виду, к которому применим метод Зейделя.

Аттестационная контрольная работа №3

1. Приближенное решение систем нелинейных уравнений: методы Ньютона и итераций. Блок схемы и программы.
2. Интерполирование функций: интерполяционная формула Лагранжа. Блок-схема и программа вычисления значений таблично - заданной функции в промежуточной точке с помощью полинома Лагранжа.
3. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера и Рунге-Кутта. Примеры. Блок-схема и программа.

Примерные вопросы и задания для проведения текущего контроля (в течении семестра по темам)

Тема 1.

1. Вычислить значение выражения, беря значения аргументов с четырьмя верными знаками. Оценить погрешность результата. $y = \dfrac{\ln(tg 20^\circ)}{\sqrt{\pi} \cdot \lg \sqrt{5}} + \sqrt[3]{e}$;

2. С каким числом верных знаков следует взять значения аргументов функции из задачи А1, чтобы значение этой функции имело четыре верных знака?

Тема 2

1. Отделить все корни уравнения f(x)=0 и вычислить 3 корня с точностью до трех знаков различными методами (хорд, касательных, итераций). $x^3–10x+2=0$ $x^3–10x+2=0$

Тема 3

1. Решить систему уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента. Для полученного решения найти вектор поправок.

$0{,}34x1+0{,}71x2+0{,}63x3=2{,}08$;
$0{,}71x1–0{,}65x2–0{,}18x3=0{,}17$;
$1{,}17x1–2{,}35x2+0{,}75x3=1{,}28$.

2. Методом простой итерации решить с точностью до 0,001 систему линейных уравнений.

$2{,}7x1+3{,}3x2+1{,}3x3=2{,}1$;
$3{,}5x1–1{,}7x2+2{,}8x3=1{,}7$;
$4{,}1x1+5{,}8x2–1{,}7x3=0{,}8$.

Тема 4

1. Со сколькими верными знаками необходимо взять значение указанной функции в точках x_i, чтобы вычислить значение функции в точке x^* с минимальной погрешностью. Вычислить результат.

y=cos x; $x_i=20^o, 22^o, 25^o, 26^o$; $x^*=23^o$.

2. Используя таблицу значений функции (все приведенные знаки верны в узком смысле):

а) составить таблицу конечных разностей;
б) вычислить значения функции для указанных значений аргументов и оценить погрешность результатов.

x_i	y_i
1,1	0,89121
1,2	0,93204
1,3	0,96356
1,4	0,98545
1,5	0,99750
1,6	0,99957
1,7	0,99166
1,8	0,97385
1,9	0,94630
2,0	0,90930
2,1	0,86321
2,2	0,80850

1. $x_1^*=1{,}18$; $x_2^*=1{,}38$; $x_3^*=1{,}25$; $x_4^*=2{,}16$.

3. По таблице задачи Б1 определить значение аргумента x^*, соответствующее указанному значению y^* функции f(x).
$y^*=0{,}914$

4. По таблице задачи Б2 определить значение аргумента x^*, соответствующее указанному значению y^* функции f(x).
$y^*=0{,}81$.

Тема 5

1. Пользуясь таблицей задачи Б2, вычислить первую производную заданной функции в точке x^* и оценить погрешность результата. Определить оптимальный шаг таблицы для выбранной формулы численного дифференцирования : $x^*=1{,}1$

Тема 6.

1.Вычислить интеграл по формуле прямоугольников с точностью 0,01. $\int_0^1 \frac{xdx}{1+x^4}$;

Примерное содержание домашнего задания

1. **Интерполирование функций.**

Задача 1. Построить полином 4-6 степеней, принимающий заданные значения из таблицы.

Задача 2. Заданы значения функции в 8-10 неравноотстоящих точках. Определить пользуясь интерполяционной формулой Лагранжа её значение в какой-либо промежуточной точке, оценить абсолютную погрешность интерполирования.

2. **Численное дифференцирование и интегрирования функций.**

Задача 1. Найти первую и вторую производные в точке функции $f(x)$ заданной таблицей. Вычислить интеграл $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^3}$ а) по формуле трапеций при $n = 8$, б) по формуле Симпсона при $2n = 8$.

Задача 2. Вычислить интеграл $\int_0^1 \frac{dx}{x+1}$ а) по формуле Котеса при $n = 10$ б) по формуле Гаусса при $n = 5$.

3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Задача 1. Найти по методу Рунге-Кутты решение ОДУ $y' = y - \frac{2x}{y}$, $y(0) = 1$ в точках $x = 0{,}4; 0{,}8; 1{,}2; 1{,}6; 2{,}0$.

Задача 2. Найти экстраполяционным и интерполяционным методами Адамса решения уравнения $\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{dy}{dx} + y = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$.

Задача 3. Найти приближённое решение задачи Коши $y' = y$, $y(0) = 1$ совершенствованным методом Эйлера. Выбрать шаг h так, чтобы решение в точке $x = 0.5$ совпадало с точным решением $y = e^x$ с точностью до трёх знаков.

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Вычислительные методы»

1. Источники и классификация погрешностей.
2. Математические характеристики приближенных чисел, связь между ними.
3. Погрешность функции.
4. Обратная задача теории погрешностей.
5. Отделение корней. Границы корней алгебраического уравнения.
6. Метод половинного деления. Обоснование. Оценка погрешности.
7. Метод хорд. Обоснование. Оценка погрешности. Алгоритм.
8. Метод касательных. Теорема о сходимости. Оценка погрешности.
9. Метод итераций. Теорема о сходимости. Оценка погрешности. Преобразование уравнения к эквивалентному виду.
10. Постановка задачи приближения функций, интерполирование.
    Интерполяционный полином, его существование и единственность.
11. Остаточный член интерполяционного полинома.
12. Интерполяционный полином Лагранжа, его погрешности.
13. Разделенные разности. Выражение разделенных разностей через узловые значения функции. Независимость разделенных разностей от расположения узлов.
14. Связь разделенной разности с производной.
15. Интерполяционный полином Ньютона с разделенными разностями.
16. Конечные разности. Порядок правильности таблиц конечных разностей.
17. Связь конечной разности с разделенной.
18. Связь конечной разности с производной.
19. Первый интерполяционный полином Ньютона.
20. Второй интерполяционный полином Ньютона.
21. Интерполяционные полиномы Гаусса.
22. Полином Стирлинга.
23. Полином Бесселя.
24. Обратное интерполирование.
25. Численное дифференцирование. Вывод формул для первой производной.
26. Безразностные формулы численного дифференцирования. Остаточный член.
27. Оптимальный шаг таблицы для данной формулы численного дифференцирования.
28. Постановка задачи численного интегрирования.
29. Формулы прямоугольников, их погрешности.
30. Формула трапеций, ее остаточный член.
31. Формула Симпсона, ее остаточный член.
32. Обобщенная формула трапеций, ее погрешности.
33. Обобщенная формула Симпсона, ее погрешности.
34. Формула Рунге для практической оценки остаточной погрешности квадратурных формул.
35. Уточненное по Ричардсону значение интеграла.
36. Задача Коши для обыкновенного дифуравнения первого порядка, Метод Эйлера.

Тест по проверке остаточных знаний по дисциплине
«Вычислительные методы»

1. Сделайте вывод о сходимости итерационного процесса $x_{k+1} = x_k + 0.1\,(e^{x_k} + x_k^2 - 2),\ k = 0,1,\ldots$, построенного для решения нелинейного уравнения $e^x + x^2 - 2 = 0$ методом простых итераций на отрезке $x \in [-1.5;-0.5]$.

1. сходится для любой точки из отрезка;
2. сходится только из определенной точки отрезка;
3. сходится только для одной из граничных точек отрезка;
4. расходится на всем отрезке;
5. расходится на всей числовой оси.

2. Чему равно значение x_2, вычисленное по итерационной формуле $x_{k+1} = x_k - 0{,}5\,(x_k^2 - 1),\ k = 0,1,\ldots$ при $x_0 = 0$?

1. 0.5;
2. 0.875;
3. 0.4;
4. 0.8;
5. 0.9.

3. Чему равно значение x_2, вычисленное по итерационной формуле метода Ньютона для решения нелинейного уравнения $e^x + x^2 - 2 = 0$ при $x_0 = 1$?

1. 0.636;
2. 0.543;
3. 1.8;
4. 1.85;
5. 1.9.

4. При нахождении корня нелинейного уравнения $x^3 + x^2 - 8 = 0$ на отрезке $[1;2]$ методом Ньютона в качестве начального приближения нужно выбрать x_0 равное:

1. 0.5;
2. 2;
3. 1;
4. любой из концов отрезка;
5. любое значение из отрезка.

5. Для решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $x \in [a,b]$ методом простых итераций в качестве начальной точки x_0 можно выбрать:

1. любую точку из отрезка;
2. только одну из граничных точек, в которых
3. выполняется достаточное условие сходимости $f(x_0)f''(x_0) > 0$;
4. любую точку из отрезка, кроме граничных точек;
5. любую точку отрезка, если выполняется достаточное условие сходимости $|\varphi'(x)| < 1$;
6. любую точку вне отрезка.

6. Какой из приведенных ниже итерационных методов обладает квадратичной скоростью сходимости?

1. метод простых итераций;
2. метод Ньютона;
3. модифицированных метод Ньютона;
4. метод дихотомии;
5. метод Зейделя.

7. Итерационный процесс для решения нелинейного уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $[a,b]$ методом простых итераций называется расходящимся, если:

1. процесс расходится хотя бы для одной начальной точки из отрезка.
2. процесс расходится для любой начальной точки из отрезка.

3. процесс расходится для любой начальной точки вне отрезка.
4. процесс расходится для любой начальной точки из отрезка, а вне его - сходится.
5. процесс сходится для любой начальной точки из отрезка, а вне его - расходится.

8. Какой из приведенных ниже итерационных методов является универсальным, самоисправляющимся и простым для реализации на ЭВМ?

1. метод простых итераций;
2. метод Ньютона;
3. модифицированных метод Ньютона;
4. метод дихотомии;
5. метод Зейделя.

9. Итерационный процесс для решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a,b]$ методом простых итераций называется сходящимся, если:

1. процесс сходится для любой начальной точки из отрезка.
2. процесс сходится для конкретной начальной точки из отрезка.
3. процесс сходится для одной из граничных точек отрезка, выбираемой в качестве начальной.
4. процесс сходится для любой начальной точки вне отрезка.
5. процесс сходится для обеих граничных точек отрезка, выбираемых в качестве начальных.

10. В каком из приведенных ниже итерационных методов для вычисления $(k+1)$-го приближения каждой i-й компоненты вектора решения используются предыдущие компоненты от первой до $(i-1)$-й также $(k+1)$-го приближения, а для остальных компонент от i-й до n-й используется k-е приближение?

1. метод простых итераций;
2. метод Ньютона;
3. модифицированный метод Ньютона;
4. метод Зейделя;
5. метод дихотомии.

11. Если итерационный процесс, построенный по методу простых итераций для решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a;b]$ сходится, то в качестве начальной точки может быть выбрана:

1. одна из граничных точек отрезка;
2. обе граничные точки отрезка;
3. середина отрезка;
4. любая точка отрезка;
5. все ответы правильные.

12. Для решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a;b]$ методом Ньютона в качестве начальной точки может быть выбрана:

1. любая точка из отрезка;
2. любая из граничных точек отрезка;
3. одна из граничных точек отрезка;
4. середина отрезка;
5. одна из граничных точек отрезка, удовлетворяющая условиям $f(x_0)f''(x_0)>0$, $f'(x_0)\neq 0$.

13. По какой из итерационных формул осуществляется решение нелинейных уравнений вида $f(x)=0$ методом Ньютона?

1. $x_{k+1}=x_k+cf(x_k),\ k=0,1,\ldots;$
2. $x_{k+1}=x_k+cf(x_{k-1}),\ k=1,2,\ldots;$
3. $x_{k+1}=x_k-\dfrac{f(x_k)}{f'(x_0)},\ k=0,1,\ldots;$
4. $x_{k+1}=x_k-\dfrac{f(x_k)}{f'(x_k)},\ k=0,1,\ldots;$
5. $x_{k+1}=x_k+\dfrac{f(x_k)}{f'(x_k)},\ k=0,1,\ldots.$

14. Какое число неизвестных постоянных необходимо определить для построения сходящегося итерационного процесса при решении системы нелинейных уравнений третьего порядка методом простых итераций?

1. 1;
2. 2;
3. 4;
4. 9;
5. 16.

15. Что не характерно для графического метода отделения корней нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $x \in [a;b]$?

1. представление функции $y = f(x)$ в виде двух более простых функций $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$;
2. построение графиков функций $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$;
3. построение графика функции $y = f(x)$ и определение точек пересечения графика с осью абсцисс;
4. определение точек пересечения графиков функций $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$;
5. определение интервалов, в которых находится единственный корень.

16. Для чего предназначен этап отделения корней нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $x \in [a;b]$?

1. для доказательства единственности корня на отрезке;
2. для доказательства существования корней на отрезке;
3. для доказательства отсутствия корней на отрезке;
4. для определения количества корней уравнения на отрезке $x \in [a;b]$ и разбиения отрезка таким образом, чтобы каждый интервал содержал единственный корень;
5. для непосредственного определения значения корня на отрезке $x \in [a;b]$.

17. Итерационной формулой решения нелинейных уравнений вида $f(x)=0$ является формула вида:

1. $x_{k+1} = \varphi(x_k), \quad k = 0,1,...$, где $\varphi(x_k) = x_k + cf(x_k)$;
2. $x = \varphi(x)$ где $\varphi(x) = x + cf(x)$;
3. $x = x + cf(x)$;
4. $x_{k+1} = x_k + cf(x_k), \quad k = 0,1,...$;
5. все ответы правильные.

18. В чем состоит принципиальное отличие метода Ньютона от метода простых итераций для решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений?

1. другая итерационная формула;
2. требование к существованию производных (частных производных) от функций в левых частях уравнений (систем уравнений) на всей области;
3. более быстрая скорость сходимости, близкая к квадратичной;
4. трудность в выборе начальных условий;
5. все ответы правильные.

19. Какое условие является достаточным для сходимости итерационного процесса $x_{k+1} = \varphi(x_k), k = 0,1,...$ решения нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $x \in [a,b]$?

1. $|\varphi(x)| < 1$;
2. $0 < |\varphi(x)| < 1$;
3. $|\varphi'(x)| < 1$;
4. $|\varphi'(x)| > 0$;
5. $0 < |\varphi'(x)| < 1$.

20. Приведите условие окончания итерационного процесса по методу простых итераций для решения нелинейного уравнения $f(x)=0$.

1. $\|x_{k+1} - x_k\| \le \varepsilon$;
2. $|x_{k+1} - x_k| \le \varepsilon$;
3. $|f(x_{k+1})| \le \delta$;
4. одновременное выполнение условий $|x_{k+1} - x_k| \le \varepsilon$ и $|f(x_{k+1})| \le \delta$;
5. $f(x_{k+1}) = 0$.

21. Решение нелинейного уравнения $f(x) = e^x + x = 0$ начинается с:

1. определения знака производной $f'(x) = e^x + 1$ на отрезке $x \in [a, b]$;
2. записи итерационной формулы $x = -e^x$ и проверки условия сходимости итерационного процесса на отрезке $x \in [a, b]$;
3. записи итерационной формулы $x = x + cf(x)$, где значение постоянной c определяется из условий сходимости итерационного процесса;
4. отделения корней исходного нелинейного уравнения;
5. определение начальных условий для начала итерационного процесса.

22. По какой из итерационных формул осуществляется решение нелинейного уравнения вида $f(x) = 0$ модифицированным методом Ньютона?

1. $x_{k+1} = x_k + cf(x_k),\ k = 0,1,\ldots$;
2. $x_{k+1} = x_k + cf(x_{k-1}),\ k = 1,2,\ldots$;
3. $x = x + cf(x)$;
4. $x_{k+1} = x_k - \dfrac{f(x_k)}{f'(x_k)},\ k = 0,1,\ldots$;
5. $x_{k+1} = x_k - \dfrac{f(x_k)}{f'(x_0)},\ k = 0,1,\ldots$.

23. При решении какого класса задач достаточные условия сходимости итерационного процесса имеют вид: $\sum_{j=1}^{n} \left|\dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_j}\right| < 1, \forall i = \overline{1,n}$ или $\sum_{i=1}^{n} \left|\dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_j}\right| < 1, \forall j = \overline{1,n}$?

1. решение нелинейных уравнений;
2. решение систем нелинейных уравнений;
3. решение систем линейных алгебраических уравнений;
4. решение линейных уравнений;
5. все ответы правильные.

24. К какому виду, допускающему сходящиеся итерации, необходимо привести СЛАУ $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i,\ i = \overline{1,n}$ для решения ее методом простых итераций?

1. $x = \alpha x + \beta$, где матрица $\|\alpha\|_{nxn}$ определяется из достаточных условий сходимости;
2. $x^{(k+1)} = \alpha x^{(k)} + \beta, k = 0,1,\ldots$, где матрица $\|\alpha\|_{nxn}$ определяется из достаточных условий сходимости;
3. $x_i^{(k+1)} = \sum_{j=1, i \ne j}^{n} \alpha_{ij} x_j^{(k)} + \beta_i, k = 0,1,\ldots, i = \overline{1,n}$, $\alpha_{ij} = -\dfrac{a_{ij}}{a_{ii}}, \beta_i = \dfrac{b_i}{a_{ii}}$;
4. $x_i^{(k+1)} = \sum_{j=1, i \ne j}^{n} \left(-\dfrac{a_{ij}}{a_{ii}}\right) x_j^{(k)} + \dfrac{b_i}{a_{ii}}, k = 0,1,\ldots, i = \overline{1,n}$;
5. все ответы правильные.

25. Решение системы нелинейных уравнений $f_i(x_1,\ldots,x_n) = 0, i = \overline{1,n}$ методом простых итераций в заданной области осуществляется по итерационным формулам вида:

1. $x_i^{(k+1)} = \Phi_i\left(x_1^{(k)},\ldots,x_n^{(k)}\right), k = 0,1,\ldots, i = \overline{1,n}$, где функции Φ_i удовлетворяют достаточным условиям сходимости;

2. $x_i^{(k+1)} = \Phi_i\left(x_1^{(0)},\ldots,x_n^{(0)}\right),\ k = 0,1,\ldots,\ i = \overline{1,n}$, где функции Φ_i удовлетворяют достаточным условиям сходимости;

3. $x_i^{(k+1)} = \Phi_i\left(x_1^{(k-1)},\ldots,x_n^{(k-1)}\right),\ k = 1,2,\ldots,\ i = \overline{1,n}$, где функции Φ_i удовлетворяют достаточным условиям сходимости;

4. $x_i^{(k+1)} = \Phi_i\left(x_1^{(k+1)},\ldots,x_{i-1}^{(k+1)},x_i^{(k)},\ldots,x_n^{(k)}\right),\ k = 0,1,\ldots,\ i = \overline{1,n}$, где функции Φ_i удовлетворяют достаточным условиям сходимости;

5. $x_i^{(k+1)} = \Phi_j\left(x_1^{(k)},\ldots,x_n^{(k)}\right),\ k = 0,1,\ldots,\ i,\ j = \overline{1,n}$, где функции Φ_j удовлетворяют достаточным условиям сходимости.

26. Продолжите формулировку теоремы, применяемой для отделения корней нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a,b]$: «Если функция $f(x)$ является многочленом n-й степени и на концах отрезка $[a,b]$ меняет знак ($f(a)f(b)<0$), то:

1. на отрезке содержится единственный корень».
2. на отрезке содержится хотя бы один корень».
3. на отрезке корней нет».
4. на отрезке содержится четное число корней».
5. на отрезке содержится нечетное число корней».

27. Продолжите формулировку теоремы, применяемой для отделения корней нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a,b]$: «Если функция $f(x)$ является многочленом n-й степени и на концах отрезка $[a,b]$ не меняет знак ($f(a)f(b)>0$), то:

1. на отрезке либо не имеется корней, либо имеется четное число корней».
2. на отрезке либо имеется единственный корень, либо имеется нечетное число корней».
3. на отрезке корней нет».
4. на отрезке содержится хотя бы один корень».
5. на отрезке содержится единственный корень».

28. Сформулируйте теорему о существовании хотя бы одного корня нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a,b]$ где $f(x)$ - произвольная нелинейная функция.

1. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$, то на отрезке содержится хотя бы один корень.
2. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$ и на концах отрезка не меняет знак ($f(a)f(b)>0$), то на отрезке содержится хотя бы один корень.
3. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$ и на концах отрезка меняет знак ($f(a)f(b)<0$), то на отрезке содержится хотя бы один корень.
4. Если функция $f(x)$ на концах отрезка $[a,b]$ не меняет знак ($f(a)f(b)>0$), то на отрезке содержится хотя бы один корень.
5. Если функция $f(x)$ на концах отрезка $[a,b]$ меняет знак ($f(a)f(b)<0$), то на отрезке содержится хотя бы один корень.

29. Сформулируйте теорему о существовании единственного корня нелинейного уравнения $f(x)=0$ на отрезке $[a,b]$ где $f(x)$ - произвольная нелинейная функция.

1. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$, на концах отрезка меняет знак ($f(a)f(b)<0$), то на отрезке содержится единственный корень.
2. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$ и производная $f'(x)$ на отрезке знак сохраняет, то на отрезке содержится единственный корень.
3. Если функция $f(x)$ на концах отрезка $[a,b]$ меняет знак ($f(a)f(b)<0$) и производная $f'(x)$ на отрезке знак сохраняет, то на отрезке содержится единственный корень.
4. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$ и на концах отрезка не меняет знак ($f(a)f(b)>0$), то на отрезке содержится единственный корень.
5. Если функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a,b]$, на концах отрезка меняет знак ($f(a)f(b)<0$) и производная $f'(x)$ на отрезке знак сохраняет, то на отрезке содержится единственный корень.

30. При решении какого класса задач достаточные условия сходимости итерационного процесса имеют вид: $\sum_{j=1}^{n}\left|\alpha_{ij}\right| < 1, i=\overline{1,n}$ или $\sum_{i=1}^{n}\left|\alpha_{ij}\right| < 1, j=\overline{1,n}$?

1. решение нелинейных уравнений;
2. решение систем нелинейных уравнений;
3. решение систем линейных алгебраических уравнений;
4. задача интерполяции функций;
5. задача численного интегрирования.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И НФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Амосов, А. А.. Вычислительные методы : / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — Москва: Лань", 2014. — 672 с.
2. Мастяева И.Н., Семенихина О.Н. Численные методы: Учебное пособие. –М.; МЭСИ, 2011.
3. Мастяева И.Н., Семенихина О.Н. Численные методы: Практикум. -М; МЭСИ, 2011.
4. Демидович, Б.П.. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова; под ред. Б.П. Демидовича. — Москва: Лань, 2010. — 400 с.
5.Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие/ Н.С. Бахвалов, Е.В. Чижонков, А.В. Лапин. – М.: БИНОМ. ЛЗ,2013-240с.
6.Бахвалов,Н.С.Численные методы. Решения задач и упражнения: Учебное пособие/ Н.С.Бахвалов, А.А.Корнев, Е.В. Чижонков.-М.:Бином,2016.-352с.

Дополнительная литература

1. Вабищевич, П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум/ П.Н.Вабищевич. М.: Ленанд, 2016.-320с.
2.Ерохин,Б.Т. Численные методы: Учебное пособие/ Б.Т.Ерохин.-СПб.: Лань КПТ, 2016.-256с.
3.Зарипов, Р.С. Численные методы анализа. Приближенные функции, дифференциальные и интегральные уравнения: Учебное пособие/ Р.С. Зарипов, Е.Р.Валяева.-СПб.: ЛАНЬ П. 2016.-400с.
4.Зорин, Л.Н. Численные методы анализа и линейной алгебры. Испоьзование Matlab и Scilab: Учебное пособи Л.Н.Зорин.-СПб.: Лань, 2016.-328 с.
5.Калиткин,Н.Н. Численные методы/ Н.Н.Калиткин.-СПб.:BHV,2014.-592с.

Интернет ресурсы

1. orloff.am.tpu.ru – лабораторные и контрольные работы по курсу “Численные методы”.
2. matlab.exponenta.ru – Matlab и Simulink, сообщество пользователей, материалы, книги, форум.
3. https://www.youtube.com/user/MATLABinRussia - введение в MATLAB на Youtub.
4. https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.mipt.mlectoriy – Лекторий МФТИ (приложение Google Play)

Программное обеспечение

1. ОС Windows XP/Vista/7
2. Microsoft Office 2007/2010
3. MathCad
4. Matlab

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах (301,303,306), с доступом к сети Интернет.

Классы оборудованы современными ПЭВМ на базе процессора Intel (не ниже семейства Intel Core 2), с установленными программными пакетами Mathcad, MatLab, Maple и проекционной техникой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.03 – «Прикладная информатика» с учетом рекомендаций ООП ВО по профилю бодготовки бакалавров 09.03.03- «Прикладная информатика в экономике».

Рецензент от выпускающей кафедры (работодателя) по направлению

_________________ С.Ф.Исмаилова

подпись И.О.Ф.