



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная математика

Кафедра прикладной математики факультета математики и
компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.05 - Статистика

Направленность (профиль) программы
Анализ больших данных

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2023

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика» составлена в 2023 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 01.03.05 - статистика от 14.08.2020 г. № 1032

Разработчики:

1. кафедра прикладной математики, Бейбалаев В.Д. к.ф.-м. н., доцент;

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «20» 01 2023г., протокол № 5

Зав. кафедрой Кадиев Р.И. Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и

компьютерных наук от «25» января 2023 г., протокол № 4.

Председатель Ризаев М.К. Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «20» февраля 2023 г. _____

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в *обязательную* часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению– **01.03.05 – Статистика**.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением с базовыми математическими моделями и освоением вычислительными методами решения задач математического анализа, линейной алгебры и статистики, а также знакомством с современными направлениями развития вычислительной математики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ОПК-2, ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиума. И промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 180 часов.

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
5	180	32	32	32			84	экзамен
Итого:	180	32	32	32			84	

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения курса «Вычислительная математика» - владение студентами умения применять вычислительных методов при решении задач математического анализа, линейной алгебры и математической статистики, разработки алгоритмов и программ численного решения различных задач встречающиеся в статистике и закрепление студентами ряд понятий изученных в курсах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в *обязательную* часть

образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки **01.03.05 – Статистика**.

Курс «Вычислительная математика» вводится после изучения дисциплин алгебра, информатика, математический анализ, математическая статистика, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам.

Изученные в курсе методы могут применяться при решении различных математических моделей в естествознании.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции ОПОП	и из	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	и	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2 Способен формировать упорядоченные сводные массивы статистической информации и осуществлять расчет сводных и производных показателей в соответствии с утвержденными методиками, в том числе с применением необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ.		ОПК- 2.1. Знает основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач.		Знает: основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач. Умеет: применять основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач. Владеет: основными моделями решения функциональных и вычислительных задач, инструментальными средствами для решения прикладных задач.	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен

	<p>ОПК-2.2. Умеет формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач.</p>	<p>Знает: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач. Умеет: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач. Владеет: математическими и статистическими методами для формирования массивов сводной статистической информации для решения типовых профессиональных задач.</p>	
	<p>ОПК-2.3. Владеет навыками применения математического и статистического инструментария для решения прикладных задач, методами работы с современной вычислительной техникой</p>	<p>Знает: как применить математические и статистические инструментарии и современную вычислительную технику для решения прикладных задач. Умеет: применить математические и статистические инструментарии и современную вычислительную технику для решения прикладных задач. Владеет: навыками применения</p>	

		математического и статистического инструментария для решения прикладных задач, методами работы с современной вычислительной техникой	
ПК-2. Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.	ПК-2.1. Знает совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.	<p>Знает: основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач.</p> <p>Умеет: применять основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач.</p> <p>Владеет: основными моделями решения функциональных и вычислительных задач, инструментальными средствами для решения прикладных задач.</p>	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен
	ПК-2.2. Умеет применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.	<p>Знает: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач.</p> <p>Умеет: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач.</p> <p>Владеет: математическими и</p>	

		статистическими методами для формирования массивов сводной статистической информации для решения типовых профессиональных задач.
ПК-2.3. Владеет навыками совершенствования и применения современного математического аппарата, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий.		<p>Знает: как применить математические и статистические инструментари и современную вычислительную технику для решения прикладных задач.</p> <p>Умеет: применить математические и статистические инструментари и современную вычислительную технику для решения прикладных задач.</p> <p>Владеет: навыками применения математического и статистического инструментари для решения прикладных задач, методами работы с современной вычислительной техникой.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма
---	-------------------	---------	-----------------	--	---

				Лекции	Практические занятия	Лаб. Раб.	Сам. раб.	Подг. к экз.	Общ. тр	промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Вычислительные методы алгебры				8	8	8	12		36	
1	Норма матрицы. Матричная геометрическая прогрессия.	5	1	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
2	Метод простой итерации и Зейделя решения СЛАУ.	5	2	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
3	Метод прогонки решения систем разностных уравнений.	5	3	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
4	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.	5	4	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
Модуль 2. Интерполяция функции				8	8	8	12		36	
5	Постановка задачи. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена.	5	5	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа

6	Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона.	5	6	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
7	Конечные разности и их применение к численному дифференцированию	5	7	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
8.	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функции по методу наименьших квадратов	5	8	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
Модуль 3. Приближенные методы вычисления интегралов				8	8	8	12		36	
9	Квадратурные формулы прямоугольников и трапеций, оценка погрешности.	5	9	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
10	Квадратурная формула Симпсона, оценка погрешности. Правило Рунге.	5	10	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
11	Моделирование случайных величин.	5	11	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа
12	Приближенное вычисление интегралов методом Монте-Карло	5	12	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа.
Модуль 4. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ				8	8	8	12		36	

13	Приближенный метод Тейлора и Эйлера решения задачи Коши для ОДУ.	5	13	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа	
14	Одношаговые методы Рунге-Кутты.	5	14	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа	
15	Оценка погрешности одношаговых методов.	5	15	2	2	2	2		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа	
16	Метод Монте-Карло решения стохастических дифференциальных уравнений	5	16	2	2	2	4		10	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование. Контрольная, лабораторная работа	
30	Модуль 5 Подготовка к экзамену								36	36	
ИТОГО:				32	32	32	48		36	180	Экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Вычислительные методы алгебры

Тема 1. Норма матрицы. Матричная геометрическая прогрессия

Различные виды сходимостей последовательностей векторов и матриц. Определения норм векторов и матриц. Три наиболее распространенные нормы матриц и векторов. Понятие матричной геометрической погрешности. Необходимые и достаточные условия сходимости матричной геометрической прогрессии. Сумма сходящейся матричной геометрической прогрессии.

Тема 2. Метод простой итерации и Зейделя решения СЛАУ

Формулы метода простой итерации. Достаточные условия сходимости метода простой итерации. Оценка погрешности. Причина возникновения метода Зейделя. Формулы метода Зейделя. Достаточные условия сходимости метода.

Оценка погрешности. Решение СЛАУ с заданной точностью итерационными методами.

Тема 3. Метод прогонки решения системы разностных уравнений

Метод прогонки решения системы разностных уравнений. Алгоритм метода прогонки. Достаточное условие устойчивости метода прогонки.

Тема 4. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений

Формулы метода простой итерации решения функциональных уравнений. Сходимость метода, оценка погрешности. Применение метода простой итераций к решению нелинейных алгебраических уравнений. Формулы метода Ньютона решения функциональных уравнений. Сходимость метода, оценка погрешности. Применение метода Ньютона к решению нелинейных алгебраических уравнений.

Модуль 2. Интерполяция функции

Тема 5. Постановка задачи. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена.

Понятие интерполяции, значение интерполяции в вычислительной математике. Определение интерполяционного многочлена. Существование и единственность интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Остаточный член.

Тема 6. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона.

Понятие разделенной разности. Свойства разделенных разностей. Вычисление разделенных разностей. Запись интерполяционного многочлена в форме Ньютона с помощью разделенных разностей.

Тема 7. Конечные разности и их применение к численному дифференцированию.

Понятие конечной разности k -ого порядка, свойства конечных разностей,

вычисление конечных разностей. Применение конечных разностей к вычислению производных.

Тема 8. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функции по методу наименьших квадратов

Постановка задачи. Метод наименьших квадратов. Линейная, квадратичная, степенная, экспоненциальная, логарифмическая аппроксимации методом наименьших квадратов. Нахождение ошибки аппроксимации и коэффициента детерминации. Определение статистической значимости коэффициента детерминации.

Модуль 3. Приближенные методы вычисления интегралов

Тема 9. Квадратурные формулы прямоугольников и трапеций, оценка погрешности.

Понятие о квадратурных формулах и их применении к приближенному вычислению интегралов. Вывод простейших и составных квадратурных формул прямоугольников и трапеций. Вывод соответствующих формул остаточных членов и их оценок.

Тема 10. Квадратурная формула Симпсона, оценка погрешности. Правило Рунге

Вывод простейшей и составной квадратурной формулы Симпсона. Вывод формулы остаточного члена и его оценки. Правило Рунге и его применение для практической оценки погрешности. Алгоритм приближенного вычисления интеграла с применением правила Рунге.

Тема 11. Моделирование случайных величин

Общий алгоритм моделирования. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин. Примеры.

Тема 12. Приближенное вычисление интегралов методом Монте-Карло

Об истории метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло. Оценка погрешности метода Монте-Карло. Вычисление интегралов методом Монте-Карло. Метод существенной выборки, использующий вспомогательную плотность распределения. Способ вычисления интеграла, как площади. Приближенное вычисление интеграла методом выделения главной части.

Модуль 4. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ

Тема 13. Приближенный метод Тейлора и Эйлера решения задачи Коши для ОДУ.

Метод Тейлора, основанный на разложении решения задачи Коши в ряд Тейлора. Применение этого метода для нахождения решения задачи Коши в некоторой окрестности начальной точки. Понятия сетки, узлов сетки, сходимости. Численный метод Эйлера приближенного вычисления значений решения задачи Коши для ОДУ в узлах сетки.

Тема 14. Одношаговые методы Рунге-Кутты

Понятия об одношаговых методах. Вывод одношаговых формул Рунге-Кутты. Алгоритм вычисления значений решения задачи Коши в узлах сетки с заданной точностью по формулам Рунге-Кутты.

Тема 15. Оценка погрешности одношаговых методов.

Вывод оценки погрешности одношаговых методов решения задачи Коши для ОДУ.

Тема 16. Метод Монте-Карло решения стохастических дифференциальных уравнений

Метод Монте-Карло решения уравнений с полиномиальной нелинейностью. Ветвящийся процесс. Вычисление стохастического интеграла. Возможные вычислительные схемы метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло для решения СДУ и систем СДУ. Численные эксперименты для решения

простейших СДУ.

Практические занятия

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	Модуль 1. Вычислительные методы алгебры	8
1.1	Норма матрицы. Матричная геометрическая прогрессия.	2
1.2	Метод простой итерации и Зейделя решения СЛАУ. Сходимость. Особенность реализации на ЭВМ.	2
1.3	Метод прогонки решения системы разностных уравнений	2
1.4	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	2
	Модуль 2. Интерполяция функции	8
2.1	Постановка задачи. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена.	2
2.2	Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона	2
2.3	Конечные разности и их применение к численному дифференцированию	2
2.4	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функции по методу наименьших квадратов	2
	Модуль 3. Приближенные методы вычисления интегралов	8

3.1	Квадратурные формулы прямоугольников и трапеций, оценка погрешности	2
3.2	Квадратурная формула Симпсона, оценка погрешности. Правило Рунге	2
3.3	Моделирование случайных величин	2
3.4	Приближенное вычисление интегралов методом Монте-Карло	2
	Модуль 4. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ	8
3.1	Приближенный метод Тейлора решения задачи Коши для ОДУ. Численный метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ	2
3.2	Одношаговые методы Рунге-Кутты	2
3.3	Оценка погрешности одношаговых методов	2
3.4	Метод Монте-Карло решения стохастических дифференциальных уравнений	2

Лабораторные работы

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	Модуль 1. Лабораторные работы по теме: Вычислительные методы алгебры	8
1.1 лб.	Итерационные методы решения СЛАУ. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.	8
	Модуль 2. Интерполяция функции	8
2.1 лб.	Интерполирование функции	4

2.2 лб.	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функции по методу наименьших квадратов	4
	Модуль 3. Приближенные методы вычисления интегралов	4
3.1 лб.	Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Правило Рунге	4
3.2 лб.	Приближенное вычисление интегралов методом Монте-Карло	4
	Модуль 4. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ	8
4.1 лб.	Одношаговые методы решения задачи Коши для ОДУ	4
4.2 лб.	Метод Монте-Карло решения стохастических дифференциальных уравнений	4

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

При проведении практических занятий по данной дисциплине используются такие методы обучения, как тестирование, фронтальный опрос, индивидуальный опрос, метод малых групп и т.п. Лекции при этом проводятся с использованием средств визуализации лекционного материала (мультимедийных презентаций) и применением таких методов и технологий, как дискуссия, проблемная лекция и т.п. При проведении семинаров и практических занятий в интерактивной форме используются следующие методы: дебаты, метод проектов, мини-конференция, решение ситуационных задач и т.п.

Кроме того, в процессе изучения дисциплины с целью повышения качества обучения предполагается использование научно-исследовательской работы студентов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

№	Виды самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, ч.	Формируемые компетенции
1	Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8	ОПК-2, ПК-2
2	Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	8	ОПК-2, ПК-2
3	Выполнение домашних заданий	8	ОПК-2, ПК-2
4	Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям	8	ОПК-2, ПК-2
5	Подготовка к коллоквиуму	8	ОПК-2, ПК-2
6	Подготовка к контрольным работам	8	ОПК-2, ПК-2
7	Подготовка к экзамену	36	ОПК-2, ПК-2

Текущий контроль: проверка отчетов по лабораторным работам, защита.

Текущий контроль: проверка рефератов, решения задач из предложенного преподавателем списка.

Промежуточная аттестация: контрольные работы, коллоквиум.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу практических и лабораторных занятий, выполняемый для оперативной

активизации внимания студентов и оценки их уровня усвоения тем. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения заданий, как домашних, так и лабораторных.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы и коллоквиума, в которых содержатся практические задачи и теоретические вопросы.

Итоговый контроль проводится либо в виде устного экзамена (зачета), либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Вопросы для самостоятельного изучения по конкретным разделам (модулям) приведены в п. 7.2 настоящей программы. Там же приведены темы рефератов и типовые контрольные работы по численным методам.

Задания для проверочной работы, самостоятельной работы, домашние задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы.

Методические разработки для выполнения работ имеются на кафедре ПМ и выдаются студентам методистом кафедры. Учебная литература (учебники, учебные пособия) и информационные ресурсы приведены в п. 8 настоящей "Программы".

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольная работа 1

1. Сходится ли матричная геометрическая прогрессия $E+A+A^2+\dots$? Если

сходится, то найти ее сумму. $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 4 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}$

2. Найти первую и вторую нормы матрицы $A = \begin{pmatrix} -7 & -1 & -2 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & -2 \\ 1 & 0 & -8 & -2 \\ 2 & 2 & 2 & 4 \end{pmatrix}$ и

соответствующие нормы вектора $b = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 5 \\ -6 \end{pmatrix}$.

3. Найти третью норму матрицы $A = \begin{pmatrix} -7 & -1 & -2 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & -2 \\ 1 & 0 & -8 & -2 \\ 2 & 2 & 2 & 4 \end{pmatrix}$.

4. Записать в развернутой форме метод простой итерации $x^{k+1} = Bx^k + c$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) для системы $x = Bx + c$ и проверить его сходимость, где

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} & \frac{1}{8} \\ 0 & \frac{1}{8} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}.$$

5. При каких значениях параметра p сходится метод простой итерации

$$x^{k+1} = Bx^k + c \text{ для системы } x = Bx + c, \text{ если } B = \begin{pmatrix} p & -1 \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}?$$

6. Дано уравнение $2x^3 + x - 2 = 0$. Выбрать x_0 – начальное приближение так, чтобы метод Ньютона сходился. Составить итерационный процесс Ньютона, найти x_3 и оценить погрешность.

7. Составить сходящийся к решению уравнения $2x^3 + 3x - 3 = 0$ процесс метода простой итерации. Найти x_3 - третье приближение к решению и оценить погрешность.

Контрольная работа 2

1. Для функции $f(x) = \frac{2x}{4x+1}$ по ее значениям в узлах $0, \frac{1}{2}, 1$ построить интерполяционные многочлены в формах Лагранжа и Ньютона. Найти погрешность интерполяции в точке $x = \frac{1}{4}$.
2. Пусть $f(x) = 4x(2x-1)(3x-1)(4x-1)$. Найти разделенную разность $f(0; \frac{1}{2}; \frac{1}{3}; \frac{1}{4}; 1)$.
3. Пусть $f(x) = x^3 + x$, $x_i = ih$, $i \in Z$. Найти конечную разность $\Delta^3 f_1$.

Контрольная работа 3

1. Пусть $a = 3,62 \pm 0,04$; $b = 0,2 \pm 0,08$. Вычислить $c = a + 2b$ и найти абсолютную и относительную погрешности вычисления c .
2. Найти приближенное значение I_{np} интеграла $I = \int_1^2 |3 - 2x| x dx$, по квадратурной формуле средних прямоугольников, разбив отрезок интегрирования на 4 равные части. Вычислить $|I - I_{np}|$.
3. На какое наименьшее число равных частей надо разбить отрезок интегрирования, чтобы вычислить интеграл $\int_{-1}^2 \frac{x}{2+x} dx$ по квадратурной формуле трапеций с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$?

Контрольная работа 4

1. Найти приближенное решение $y(x)$ задачи Коши

$$\begin{cases} y' = \frac{y^2}{x^2 + 1} - (x - 1)^2, \\ y(0) = 1 \end{cases}$$

на отрезке $[0; 0,4]$, разлагая $y(x)$ в ряд Тейлора с четырьмя членами разложения. Найти

$$\max_{0 \leq x \leq 0,4} |y(x) - x^2 - 1|.$$

2. Методом Эйлера-Коши с шагом $h = 0,1$ найти приближенно $y(0,3)$, где $y(x)$ – решение задачи Коши

$$\begin{cases} y' = x(y - x)^2 - x^3 + 2, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

Вопросы к экзамену

1. Определения норм векторов и матриц. Три наиболее распространенные нормы матриц и векторов.
2. Понятие матричной геометрической погрешности. Необходимые и достаточные условия сходимости матричной геометрической прогрессии.
3. Сумма сходящейся матричной геометрической прогрессии.
4. Формулы метода простой итерации. Достаточные условия сходимости метода простой итерации. Оценка погрешности.
5. Формулы метода Зейделя. Достаточные условия сходимости метода. Оценка погрешности. Решение СЛАУ с заданной точностью итерационными методами.
6. Метод прогонки решения системы разностных уравнений. Алгоритм метода прогонки. Достаточное условие устойчивости метода прогонки.
7. Формулы метода простой итерации решения функциональных уравнений. Сходимость метода, оценка погрешности.
8. Применение метода простой итераций к решению нелинейных алгебраических уравнений.

9. Формулы метода Ньютона решения функциональных уравнений. Сходимость метода, оценка погрешности.
10. Применение метода Ньютона к решению нелинейных алгебраических уравнений.
11. Понятие интерполяции, значение интерполяции в вычислительной математике. Определение интерполяционного многочлена.
12. Существование и единственность интерполяционного многочлена.
13. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Остаточный член.
14. Понятие разделенной разности. Свойства разделенных разностей. Вычисление разделенных разностей.
15. Запись интерполяционного многочлена в форме Ньютона с помощью разделенных разностей.
16. Понятие конечной разности k -ого порядка, свойства конечных разностей, вычисление конечных разностей.
17. Применение конечных разностей к вычислению производных.
18. Постановка задачи. Метод наименьших квадратов.
19. Линейная, квадратичная, степенная, экспоненциальная, логарифмическая аппроксимации методом наименьших квадратов.
20. Нахождение ошибки аппроксимации и коэффициента детерминации метода наименьших квадратов.
21. Определение статистической значимости коэффициента детерминации.
22. Понятие о квадратурных формулах и их применении к приближенному вычислению интегралов.
23. Вывод простейших и составных квадратурных формул прямоугольников и трапеций. Вывод соответствующих формул остаточных членов и их оценок.
24. Вывод простейшей и составной квадратурной формулы Симпсона. Вывод формулы остаточного члена и его оценки.

25. Правило Рунге и его применение для практической оценки погрешности.
26. Алгоритм приближенного вычисления интеграла с применением правила Рунге.
27. Общий алгоритм моделирования случайных величин.
28. Моделирование дискретных случайных величин.
29. Моделирование непрерывных случайных величин. Примеры.
30. Об истории метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло.
31. Оценка погрешности метода Монте-Карло.
32. Вычисление интегралов методом Монте-Карло.
33. Метод существенной выборки, использующий вспомогательную плотность распределения.
34. Способ вычисления интеграла, как площади.
35. Приближенное вычисление интеграла методом выделения главной части.
36. Метод Тейлора, основанный на разложении решения задачи Коши в ряд Тейлора. Применение этого метода для нахождения решения задачи Коши в некоторой окрестности начальной точки.
37. Численный метод Эйлера приближенного вычисления значений решения задачи Коши для ОДУ в узлах сетки.
38. Вывод одношаговых формул Рунге-Кутты.
39. Алгоритм вычисления значений решения задачи Коши в узлах сетки с заданной точностью по формулам Рунге-Кутты.
40. Вывод оценки погрешности одношаговых методов решения задачи Коши для ОДУ.
41. Метод Монте-Карло решения уравнений с полиномиальной нелинейностью.
42. Ветвящийся процесс. Вычисление стохастического интеграла. Возможные вычислительные схемы метода Монте-Карло.
43. Метод Монте-Карло для решения СДУ и систем СДУ.

44. Численные эксперименты для решения простейших СДУ.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии оценивания

- оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

- оценки "хорошо" заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

-оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

-оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему

пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Рекомендуемые границы оценок:

«отлично» - не менее 86% правильных ответов,

«хорошо» - 66-85% правильных ответов,

«удовлетворительно» - 51-65% правильных ответов,

«неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

Конечный результат складывается как средневзвешенная оценка текущего и промежуточного контролей соответственно с весами 50% .

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 40 баллов;

-участие на практических занятиях – 60 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

-защита лабораторных работ – 60 баллов;

-письменная контрольная работа – 40 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а)основная литература:

1. Мастяева И.Н. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 241 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11121.html>
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М. Наука, 1989.
<http://www.mat.net.ua/mat/Gulin-Chislennie-metodi.htm>

3. Гудович, А. Н. Элементы Численных Методов : учебное пособие / А. Н. Гудович, Н. Н. Гудович. — Воронеж : ВГУ, 2016 — Выпуск 3 : Метод Наименьших Квадратов — 2016. — 30 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165267>
4. Савёлова, Т. И. Метод Монте-Карло : учебное пособие / Т. И. Савёлова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 152 с. — ISBN 978-5-7262-1546-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75835>.
5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М. Наука, 1987.
6. Сборник задач по методам вычислений под редакцией Монастырного П.И. Минск, 1969.

дополнительная литература

1. Абдурагимов Э.И., Бейбалаев В.Д. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Лабораторные задания и методические указания по численным методам. // ДГУ, Махачкала, 2011
 2. Абдурагимов Э.И., Бейбалаев В.Д. Метод сеток решения уравнений параболического типа . Лабораторные задания и методические указания по численным методам. // ДГУ, Махачкала, 2010
 3. Абдурагимов Э.И., Кадиев Р.И. Приближенное вычисление интегралов. Лабораторные задания и методические указания по численным методам. // ДГУ, Махачкала, 2010.
 4. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения). М. Высшая школа, 2000.
- 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**
1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
 2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;

3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.
5. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. «Численные методы. Теория. Алгоритмы. Программы». Учебное пособие. Самара, 2008. <http://pouts.psuti.ru/wp-content/uploads/Числ.методы.pdf>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение научных и познавательных материалов, освещение основных понятий дисциплины и закрепление теоретического материала.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студента в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться к преподавателю за разъяснением.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций можно использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Практические занятия. Практические занятия по «Вычислительной математике» имеют цель закрепить теоретические знания по дисциплине, изложенные на лекции, решая практические задачи. На практическом занятии студент должен иметь тетрадь для практических занятий, в которую записываются все задачи решенные в аудитории и дома самостоятельно.

Важное место в самостоятельной работе студентов должна занимать работа в образовательной среде ИНТЕРНЕТ. Такие ресурсы указаны в разделе «Программное обеспечение и интернет ресурсы» данной рабочей программы.

Лабораторные занятия. На лабораторных занятиях студент должен научиться решать с помощью ЭВМ практические задачи по информационным системам и технологиям в статистике. При этом главное – научиться пользоваться информационными технологиями при решении задач статистики. Рейтинг направлен на повышение ритмичности и эффективности самостоятельной работы студентов. Он основывается на широком использовании тестов и заинтересованности каждого студента в получении более высокой оценки знаний по дисциплине.

Принципы рейтинга: непрерывный контроль (в идеале на каждом из аудиторных занятий) и получение более высокой оценки за работу, выполненную в срок. При проведении практических занятий необходимо предусматривать широкое использование активных и интерактивных форм (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр).

Рейтинг включает в себя два вида контроля: текущий, промежуточный и итоговый по дисциплине.

Текущий контроль (ТК) - основная часть рейтинговой системы, основанная на беглом опросе раз в неделю или в две недели. Формы: тестовые оценки в ходе практических занятий, оценки за выполнение индивидуальных заданий и лабораторных работ. Важнейшей формой ТК, позволяющей опросить всех студентов на одном занятии являются короткие тесты из 2-3 тестовых заданий.

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Лекционные занятия желательно проводить в режиме презентаций с демонстрацией применения основных методов анализа и синтеза. Это существенно улучшает динамику лекций.

Целесообразно обеспечивать студентов на 1-2 лекции вперед раздаточным материалом в электронном виде (сложные схемы, графики, аналитические исследования и опорный конспект). Основное время лекции лучше тратить на подробные аналитические комментарии и особенности применения рассматриваемого материала в профессиональной деятельности студента.

Практические занятия следует проводить, используя профессиональные программы.

Лабораторный практикум проводится фронтальным методом в классах, оборудованных лабораторными стендами для исследования электрических цепей. Так как используется компьютерное моделирование, то следует проводить занятия в компьютерном классе либо самостоятельно на домашнем компьютере. При этом и коллоквиум, и защита результатов исследований проводятся по традиционной методике в классе.

Промежуточный контроль (ПК) - это проверка знаний студентов по разделу программы. Формы: контрольная работа из 3-5 заданий.

Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом, т.е. сначала за первый, затем за второй, затем за

третий разделы каждого семестра.

Итоговый контроль по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет в 6 семестре и экзамен в 7-ом семестре. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний по дисциплине, полученных при изучении всех модулей семестра.

ИКД в 7 семестре является выходным контролем по дисциплине, после которого можно рассчитывать на то, что процесс обучения по дисциплине завершен и в дальнейшем студент может сам при необходимости совершенствовать свои знания.

Распределение объемов различного вида контролей можно проиллюстрировать следующими цифрами на примере семестра: текущий контроль – 15 условных баллов; промежуточный контроль - 35 условных баллов; итоговый контроль - 50 условных баллов. Вся дисциплина оценивается в 100 условных баллов, если вся дисциплина оценивается цифрой, отличной от 100 баллов, то под условным баллом следует понимать процент от максимального числа баллов.

При этом действует следующая система перевода рейтинговых (условных) баллов в обычную шкалу оценок: “Отлично” (5) - 86–100 условных баллов; “Хорошо” (4) - 66–85 условных баллов; “Удовлетворительно” (3) - 51–65 условных баллов; “Неудовлетворительно” (2) - < 51 условных баллов.

Приведенные цифры говорят о том, что на любой стадии обучение студента можно считать удовлетворительным, если он набирает не менее 51 условных баллов. Так, например, набрав в ходе ТК и ПК 51 баллов, студент гарантирует себе оценку “удовлетворительно”.

Примеры оценочных средств (тестовых заданий) для текущего промежуточного и выходного контроля успеваемости по дисциплине:

Первый уровень сложности тестовых заданий (ТЗ) соответствует удовлетворительному владению предметом. Он представляет минимум базовых знаний, необходимых для дальнейшего обучения в университете и включает в себя знания - копии ключевых понятий и формул. Проверке этого уровня посвящены простейшие тестовые задания с нормой трудности в 1 балл.

Второй уровень ТЗ соответствует хорошим знаниям и предполагает глубокое понимание понятий и формул, умения их преобразовывать и интерпретировать.

Проверке второго уровня посвящены тестовые задания повышенной

трудности, с нормой трудности в 2 балла.

Третий уровень ТЗ соответствует отличным знаниям и предполагает навыки по использованию ключевых понятий и формул в стандартных, а иногда и в не стандартных ситуациях. Проверке третьего уровня посвящены наиболее трудные задания, с нормой трудности в 3 балла.

Задания каждого уровня снабжены соответствующими обозначениями. Это позволяет адаптивно строить усвоение программы дисциплины, когда каждый студент по мере усвоения курса на более низком уровне будет пробовать себя на более высоком уровне.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: Mathcad, Delphi, Matlab, Pethon, C++.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций. Кабинет для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Все лекционные аудитории укомплектованы мультимедийными и техническими средствами обучения. В каждой аудитории 35 рабочих мест. Аудитории для семинарских занятий оснащены доской, рабочими местами для студентов в объеме 25-30. Лабораторные занятия проводятся по подгруппам в компьютерных классах. Компьютерные классы оснащены необходимым числом компьютеров и мультимедийным оборудованием. На компьютерах установлено необходимое программное обеспечение.

Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает одновременный доступ обучающихся, включая удаленный доступ к

современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.