



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Численные методы решения дифференциальных уравнений

Кафедра: прикладной математики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа
01.03.01 - Математика

Направленность (профиль) программы
«Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: входит в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП

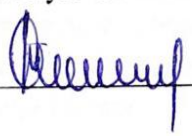
Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 01.03.01 - Математика, приказ № 8 Минобрнауки России от 10.01.2018 г.

Разработчик: кафедра прикладной математики, Кадиев Р.И. д.ф.-м.н., профессор 

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от «22» июня 2021 г.,
протокол № 10
Зав. кафедрой  Кадиев Р.М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «23» июня 2021 г., протокол №6.

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины.

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» входит в часть формируемую участниками образовательных отношений ОПОП образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.01 - Математика и является дисциплиной по выбору.

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

К основным задачам данного курса относятся изучение современных практических численных методов решения дифференциальных уравнений, научить применению этих методов к решению практических задач дифференциальных уравнений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общефессиональных – ОПК-1, ОПК-3;

профессиональных – ПК-3.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольной работа и коллоквиума, промежуточный контроль в форме зачета.*

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе 108 академических часов по видам учебных занятий в 7 семестре.

Семес тр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет по лаб. работам, контрольная работа, экзамен)
	Всег о	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
		из них						
	Лек ции	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
7	108	28	-	16			64	зачет

1. Цели освоения дисциплины.

Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по численным методам решения дифференциальных уравнений.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» входит в вариативную часть образовательной программы по направлению 01.03.01 - Математика и является дисциплиной по выбору. Изучению этой дисциплины должны предшествовать курсы: математический и функциональный анализ, численные методы, дифференциальные уравнения. Знания, умения и навыки, полученные в результате освоения данной дисциплины, будут нужны при дальнейшей учебе в магистратуре, специализирующимся в прикладной области решения задач дифференциальных уравнений.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации. применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает принципы сбора, обработки и обобщения информации.	Знает: структуру задач в различных областях. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в различных областях математики.	Контрольные работы, опрос на практических занятиях, коллоквиум.
	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений. , Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук. Владеет: навыками систематизации разнородных явлений.	
	УК-1.3. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска. создания научных текстов.	Знает: современные методы сбора и анализа научного материала. Умеет: применять современные методы и средства анализа и систематизации научных данных. Владеет: навыками и пользования информационных технологий в организации и проведении научного исследования.	
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и пользоваться их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук	Знает: теоретические основы базовых математических дисциплин . Умеет: решать задачи, связанные с дифференциальными уравнениями. Владеет: базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.	Контрольные работы, опрос на практических занятиях, коллоквиум.
	ОПК-1.2. Умеет использовать их в профессиональной деятельности.	Знает: способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук. Умеет: применять различные методы современного	

		математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. Владеет: навыками применения методов современного математического анализа при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.	
	ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Знает: различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. Умеет: корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук. Владеет: навыками выбора методов решения задач современного математического анализа.	
ПК-3. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	ПК-3.1. Знает основы современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: разные подходы к определению основных понятий математики и основные понятия информатики. Умеет: устанавливать связи между различными предметными разделами с учетом специфики математики и информатики. Владеет: определенными навыками планирования и проведения работы по собиранию, обработке и интерпретированию данных современных научных исследований.	Контрольные работы, опрос на практических занятиях, коллоквиум.
	ПК-3.2. Планирует популярные лекции, экскурсии и другие виды деятельности необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: разнообразные формы пропаганды и популяризации знаний в области математики и информатики. Умеет: планировать изложение различных базовых вопросов изучения математики и информатики в доступной для данной аудитории форме. Владеет: определенным опытом планирования и проведения экскурсий для пропаганды и популяризации знаний в области математики и информатики.	

	ПК-3.3. Проводит необходимую работу по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: современные методы по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Умеет: привлечь внимание обучающихся к математическим и компьютерным наукам. Владеет: навыками проведения работы по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	
--	--	--	--

3. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

Названия разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений								
Приближенный метод Тейлора и численный метод Эйлера.	7	1	2				6	опрос
Одношаговые методы Рунге-Кутта.		2	2	2			6	опрос, самостоятельная работа
Оценка погрешности одношаговых методов		3	2	2			6	опрос

Многошаговые методы. Явные методы		4	2				6	опрос
Всего по модулю 1:		1-4	8	4			24	36
Модуль 2. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений								
Разностная схема, аппроксимирующая двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, ее разрешимость, порядок аппроксимации.	7	5	2	2			6	опрос, самостоятельная работа
Сходимость разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		6	2				6	опрос
Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		7	2	2			6	опрос, самостоятельная работа
Метод стрельбы решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		8,9	2				6	опрос, самостоятельная работа
Всего по модулю 2:			8	4			24	36
Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со	7	8	2				4	
сходимостью								

Разностные схемы, аппроксимирующие задачу Коши для параболического уравнения.		11	2	2		2	
Устойчивость явных двухслойных разностных схем		12	2			2	
Решение смешанной граничной задачи для уравнения теплопроводности		13	2	2		2	
Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для уравнения Пуассона		14	2			4	
Разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны		15-16	2	2		4	
Всего по модулю 3:			12	6		18	36
ИТОГО за семестр:		1-16	32	1		56	108

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

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема 1. Приближенный метод Тейлора и численный метод Эйлера.

Метод Тейлора для нахождения приближенного решения задачи Коши для ОДУ, примеры применения. Понятия сетки, узлов сетки, сходимости. Численный метод Эйлера приближенного вычисления значений решения задачи Коши для ОДУ в узлах сетки.

Тема 2. Одношаговые методы Рунге-Кутта.

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

Тема 3. Оценка погрешности одношаговых методов. Вывод оценки погрешности одношаговых методов решения задачи Коши для ОДУ.

Тема 4. Многошаговые методы. Явные методы Адамса.

Необходимость изучения многошаговых методов. Явные многошаговые методы Адамса. Их вывод.

Модуль 2. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема 5. Разностная схема, аппроксимирующая двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, ее разрешимость, порядок аппроксимации.

Понятия: узел, сетка, разностная схема, аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость, порядок сходимости. Разностная схема, аппроксимирующая двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, ее разрешимость, порядок аппроксимации.

Тема 6. Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка.

Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка. Алгоритмы решения двухточечных краевых задач этим методом.

Тема 7. Устойчивость метода прогонки.

Корректность метода прогонки. Необходимые и достаточные условия устойчивости метода прогонки.

Тема 8. Устойчивость метода прогонки решения разностного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами.

Необходимые и достаточные условия устойчивости метода прогонки решения краевой задачи для разностного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами.

Тема 9. Метод стрельбы решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка.

Метод стрельбы решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, его устойчивость. Алгоритмы решения двухточечных краевых задач этим методом.

Модуль 3. Численные методы решения типичных задач для уравнений с частными производными

Тема 10. Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со сходимостью.

Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация, порядок аппроксимации, порядок сходимости. Доказательство теоремы о связи аппроксимации устойчивости со сходимостью.

Тема 11. Разностные схемы, аппроксимирующие задачу Коши для параболического уравнения.

Явная и неявная двухслойные разностные схемы, аппроксимирующие задачу Коши для параболического уравнения, порядок аппроксимации. Алгоритм нахождения приближенных значений решения задачи Коши в узлах сетки, пользуясь явной и неявной двухслойной разностной схемой.

Тема 12. Устойчивость явных двухслойных разностных схем.

Достаточное условие устойчивости явной двухслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения теплопроводности.

Тема 13. Решение смешанной граничной задачи.

Явная и неявная двухслойные разностные схемы, аппроксимирующие смешанную граничную задачу для уравнения теплопроводности. Алгоритм нахождения приближенных значений решения смешанной граничной задачи в узлах сетки, пользуясь явной и неявной двухслойной разностной схемой.

Тема 14. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка. Аппроксимация граничных условий Дирихле и Неймана. Порядок аппроксимации. Аппроксимация линейного эллиптического уравнения второго порядка. Порядок аппроксимации. Метод матричной прогонки и итерационный метод.

Тема 15. Разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны

Трехслойная разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны. Необходимые и достаточные условия устойчивости.

Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Модуль 1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 1. Приближенный метод Тейлора и численный метод Эйлера.

Метод Тейлора для нахождения приближенного решения задачи Коши для ОДУ, примеры применения. Понятия сетки, узлов сетки, сходимости. Численный метод Эйлера приближенного вычисления значений решения задачи Коши для ОДУ в узлах сетки.

Тема 2. Одношаговые методы Рунге-Кутты.

Понятия об одношаговых и многошаговых методах. Одношаговые формулы Рунге-Кутты. Алгоритм вычисления значений решения задачи Коши в узлах сетки с заданной точностью по формулам Рунге-Кутты.

Модуль 2. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 3. Разностная схема, аппроксимирующая двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, ее разрешимость, порядок аппроксимации.

Понятия: узел, сетка, разностная схема, аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость, порядок сходимости. Разностная схема, аппроксимирующая двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка, ее разрешимость, порядок аппроксимации.

Тема 4. Сходимость разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка.

Сходимость разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка.

Тема 5. Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка.

Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка. Алгоритмы решения двухточечных краевых задач этим методом.

Модуль 3. Численные методы решения типичных задач для уравнений с частными производными.

Тема 6. Разностные схемы, аппроксимирующие задачу Коши для параболического уравнения.

Явная и неявная двухслойные разностные схемы, аппроксимирующие задачу Коши для параболического уравнения, порядок аппроксимации. Алгоритм нахождения приближенных значений решения задачи Коши в узлах сетки, пользуясь явной и неявной двухслойной разностной схемой.

Тема 7. Решение смешанной граничной задачи.

Явная и неявная двухслойные разностные схемы, аппроксимирующие смешанную граничную задачу для уравнения теплопроводности. Алгоритм нахождения приближенных значений решения смешанной граничной задачи в узлах сетки, пользуясь явной и неявной двухслойной разностной схемой.

Тема 8. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для уравнения Пуассона.

Аппроксимация граничных условий Дирихле и Неймана. Порядок аппроксимации. Аппроксимация линейного эллиптического уравнения второго порядка. Порядок аппроксимации.

Тема 9. Разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны

Трехслойная разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны. Необходимые и достаточные условия устойчивости.

5. Образовательные технологии: активные и интерактивные формы проведения занятий

В процессе преподавания дисциплины «Численные методы решения дифференциальных уравнений» применяются различные активные и интерактивные формы проведения занятий. При чтении лекций – обзорная лекция, проблемная лекция, лекция визуализации с использованием компьютерной презентационной техники. Для этого на факультете математики и компьютерных наук имеются специальные оснащенные такой техникой лекционные аудитории. При проведении практических занятий кроме указанной презентационной техники используются интернет-ресурсы, пакеты прикладных программ MathCAD, Matlab. Доля занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет примерно 15% всех аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.

2. Решение задач.
3. Выполнение домашних самостоятельных заданий.
4. Подготовка к коллоквиуму.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 8, 9 данного документа
2	Решение задач	Проверка домашнего задания	См. разделы 8, 9 данного документа
3	Выполнение домашних самостоятельных заданий.	Зачет по выполненному заданию	См. разделы, 8, 9 данного документа
4	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме ответов на заранее объявленные вопросы	См. разделы, 8, 9 данного документа

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

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

7.1. Типовые контрольные задания Примерные контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

7.1.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

Контрольная работа

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

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

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 с шагом $h = 0.1$ найти приближенно $y(0.3)$, где $y(x)$ – решение задачи Коши

$$y' = x(y - x)^2 - x^3 + 2, \\ y(0) = 0.$$

3. Описать как найти $y(0.5)$, используя явную формулу Адамса с шагом $h = 0.1$.
4. Привести вывод явной двухшаговой формулы Адамса.

7.1.2. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Пользуясь формулой Эйлера, найти приближенно $y(0.3)$, где $y(x)$ – решение задачи Коши: $y' = y - x^2 + 2x$, $y(0) = 0$.
2. Дать определения: *сетки, узла, аппроксимации, порядка аппроксимации, устойчивости, сходимости, порядка сходимости.*
3. Одношаговые и многошаговые методы численного решения задачи для дифференциального уравнения.

4. Сходимость одношаговых методов численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, порядок сходимости.
5. Оценка погрешности одношаговых методов, в том числе метода Рунге- Кутта.
6. Алгоритм решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге- Кутта.
7. Аппроксимация двухточечной краевой задачи для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка методом сеток, порядок аппроксимации.
8. Сходимость разностной схемы аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.
9. Аппроксимация задачи Коши для линейного уравнения параболического уравнения второго порядка методом сеток с помощью явной двухслойной разностной схемы второго порядка аппроксимации.
10. Сходимость явной двухслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для линейного уравнения параболического уравнения второго порядка.
11. Аппроксимация методом сеток задачу Дирихле для уравнения Пуассона, порядок аппроксимации.
12. Метод матричной прогонки, алгоритм метода.
13. Аппроксимация методом сеток задачи Коши для уравнения колебания струны, порядок аппроксимации.
14. Устойчивость трехслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения колебания струны.

7.1.3. Вопросы к зачету:

1. Приближенный метод Тейлора решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
2. Численный метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
3. Методы Рунге-Кутта решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
4. Вывод формул второго порядка точности.
5. Оценка погрешности одношаговых методов.
6. Основные понятия теории разностных схем (узел, сетка, аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость, порядок сходимости).
7. Связь между аппроксимацией, устойчивостью и сходимостью.
8. Разностная схема, аппроксимирующая простейшую двухточечную краевую задачу для линейного дифференциального уравнения второго порядка со вторым порядком аппроксимации.
9. Метод сеток решения задачи Коши для уравнения теплопроводности/
10. Разностная схема, аппроксимирующая простейшую двухточечную краевую задачу для линейного дифференциального уравнения второго порядка со вторым порядком аппроксимации.

Литература для выполнения самостоятельной работы: рекомендованная к данному курсу основная [1]-[5] и дополнительная литература [6], [7], конспекты лекций.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.
Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - максимально 10 баллов,
 - участие на практических занятиях - максимально 10 баллов,
 - коллоквиум – максимально 30 баллов,
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос - 20 баллов,
 - зачет по самостоятельному домашнему заданию – 10 баллов
 - письменная контрольная работа - 20 баллов

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

а) основная литература:

- [1]. Зализняк В.Е. Основы вычислительной физики. Часть 1. Введение в конечно-разностные методы [Электронный ресурс]/ Зализняк В.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2004.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17647.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- [2]. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М. Наука, 1987.
- [3]. В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. Вычислительные методы т.2 М.: Наука, 1976, 1977.
- [4]. В.И. Мышенков, Е.В. Мышенков ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ Часть вторая ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ. Учебное пособие. М. 2005
- [5]. И. Г. Ким, Н. В. Латыпова, О. Л. Моторина ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ Учебно–методическое пособие. Часть 2. Ижевск 2013
- [6]. Сборник задач под редакцией Монастырного П.И. Минск, 1969.

б) дополнительная литература:

- [7]. Волков Е.А. Численные методы. М. Наука, 1987.
- [8]. Бахвалов Н.С., Лапин А.В. Численные методы в задачах и упражнениях. М. Высшая школа, 2000.

в) Учебно-методические материалы по дисциплине:

- [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.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 — . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. — Яз. рус., англ.
- 2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг.

гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, излюбой точки, имеющей доступ в интернет. – URL:.

3) Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

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 «Численным методам» имеют цель закрепить теоретические знания по численным методам, 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.

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

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

Университет обладает достаточной базой оснащенных аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.