



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

Профиль подготовки:
«Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: **вариативная (по выбору)**

Махачкала, 2018

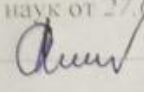
Рабочая программа дисциплины Численные методы решения дифференциальных уравнений составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 Математика (уровень бакалавриат) от 7 августа 2014г. № 943

Разработчик: кафедра прикладной математики.
Абдурагимов Э.И. к.ф.-м.н, доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от 25 июня 2018 г.,
протокол № 10.

И.о. зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и
компьютерных наук от 27.06.2018 г., протокол № 6.

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-
методическим управлением «___» _____ 2018 г.


(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» входит в вариативную часть 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: общепрофессиональных – 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 102 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	34	-	18			56	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 компетенции из ФГОС ВО	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Знает: базовые определения математического анализа, теоретические и практические знания по обыкновенным дифференциальным уравнениям, по дифференциальным уравнениям с частными производными, базовые знания по численным методам. Умеет: использовать знания в области математического анализа, дифференциальных уравнений и численных методов Владеет: практическим умением анализировать полученные результаты.
ОПК-3	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	Знает: основные численные методы решения дифференциальных уравнений. Умеет: применять теорию численных методов решения дифференциальных уравнений к решению практических задач дифференциальных уравнений и самостоятельно анализировать полученные результаты. Владеет: способностью применять численные методы, уравнений к решению практических задач дифференциальных уравнений, способностью к исследовательской работе.
ПК-3	Способность строго доказывать утверждение, сформулировать	Знает: точные формулировки базовых теорем, их частные случаи,

	результат, увидеть следствия полученного результата	контрпримеры к теоремам. Умеет: применять численные методы решения дифференциальных уравнений к решению практических задач, обобщать результаты, делать вывод. Владеет: способность анализировать и обобщать полученные практические результаты.
--	---	--

4. 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			4	опрос, самостоятельная работа
Сходимость разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		6	2				4	опрос
Метод прогонки решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		7	2	2			4	опрос, самостоятельная работа
Устойчивость метода прогонки		8	2				4	опрос
Метод стрельбы решения разностной схемы, аппроксимирующей двухточечную краевую задачу для линейного ОДУ второго порядка		9	2	2			4	опрос, самостоятельная работа
Всего по модулю 2:			10	6			20	36
Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со	7	10	2				2	

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	4				2	
Разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши для уравнения колебания струны		15-16	4	4			2	
Всего по модулю 3:			14	8			12	36
ИТОГО за семестр:		1-16	32	18			56	108

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. 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-Кутты.

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

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.

Модуль3. 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.

4.3.2. 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.

6.1. 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура оценивания
----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	----------------------

ОПК-1	готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. способностью самостоятельной научно-исследовательской работе	<i>Знает:</i> как использовать фундаментальные знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой <i>Умеет:</i> использовать фундаментальные знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой <i>Владеет:</i> практическими навыками использования фундаментальных знаний естественных наук, математики и информатики, основных фактов, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой <i>Знает:</i> как составлять разностные схемы, аппроксимирующие краевые и смешанные задачи для уравнений и как исследовать составленные разностные схемы на устойчивость. <i>Умеет:</i> составлять алгоритмы решения разностных схем на ЭВМ и реализовывать их, пользуясь языками программирования и пакетами прикладных программ. <i>Владеет:</i> навыками решения практических задач для дифференциальных уравнений численными методами и исследования на	Контрольные работы, лабораторные работы, зачет.
ОПК-3		<i>Знает:</i> как составлять разностные схемы, аппроксимирующие краевые и смешанные задачи для уравнений и как исследовать составленные разностные схемы на устойчивость. <i>Умеет:</i> составлять алгоритмы решения разностных схем на ЭВМ и реализовывать их, пользуясь языками программирования и пакетами прикладных программ. <i>Владеет:</i> навыками решения практических задач для дифференциальных уравнений численными методами и исследования на	Опрос на занятиях Контрольные работы, зачет

ПК-3	Способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	сходимость. <i>Знает:</i> о необходимости обосновывать утверждения об аппроксимации дифференциальных уравнений численными методами, о порядке аппроксимации, о сходимости. <i>Умеет:</i> обосновывать утверждения об аппроксимации дифференциальных уравнений численными методами, о порядке аппроксимации, о сходимости. <i>Владеет:</i> практическими навыками доказательства утверждений об аппроксимации дифференциальных уравнений численными методами, о порядке аппроксимации, о сходимости.	Опрос на занятиях Контрольные работы, коллоквиум, зачет
------	---	---	--

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

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

Примерная контрольная работа

Контрольная работа

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

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

3. Описать как найти $y(0.5)$, используя явную формулу Адамса

$$y_{n+1} = y_n + h \frac{f(x_n, y_n) - f(x_{n-1}, y_{n-1})}{2}$$

с шагом $h = 0.1$.

4. Привести вывод явной двухшаговой формулы Адамса.

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.

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-Кутты решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
4. 4. 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.

7.3. 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> (дата обращения: 01.04.2017). — 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, из любой точки, имеющей доступ в интернет. — URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).

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 (дата обращения: 21.03.2018).

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 и мультимедиа-проекторами.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.