



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 математической физики

Кафедра прикладной математики факультета математики
и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы
Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую
участниками образовательных отношений

Махачкала 2022


Рабочая программа дисциплины «Численные методы математической физики» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика от «_10_» _____ 01 _____ 2018 г. № 9.

Разработчик:

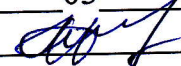
1. кафедра прикладной математики Абдурагимов Г.Э., к.ф.-м. н., доцент  ;

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «_25_» _02_2022г., протокол №_6_

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «_24_» _____ 03 _____ 2022г., протокол №_4_.

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «_31_» _03_ 2022г. _____

(подпись)

Начальник УМУ _____


(подпись)

Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы математической физики» входит в *часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений* образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численными методами решения уравнений математической физики с алгоритмами их реализации на компьютере, аппроксимацией, устойчивостью, сходимостью. Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-1, общепрофессиональных – ОПК-1, профессиональных – ПК-1.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *контрольной работы, опроса* и промежуточного контроля в форме *зачета.*

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се- мestr	Учебные занятия						Форма промежу- точной аттеста- ции(зачет, диффе- ренцированный зачет, экзамен)	
	Все- го	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экза- мен
		из них						
Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации				
7	72	16	16	26		14	зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Численные методы математической физики»-владение студентами теорией разнообразных численных методов решения задач математической физики и умения применять численные методы на практике при решении практических задач для уравнений математической физики. Студент должен закрепить на практике теоретические знания, то есть, по заданной задаче студент должен выбрать нужный метод, разработать алгоритм решения соответствующий этому методу, написать программу или воспользоваться пакетом прикладных программ, получить опыт решения на компьютере задач математической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы математической физики» входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика. Она вводится на 4 курсе после изучения дисциплин алгебра, информатика, математический анализ, дифференциальные уравнения, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам. Содержит наиболее распространенные вычислительные методы решения практических задач уравнений математической физики.

Знания по данному курсу необходимы при работе над выпускной квалификационной работой и в дальнейшей научно-исследовательской работе по выбранному направлению.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	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, отбора и обобщения информации	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач Умеет: формулировать постановку математических задач, анализировать необходимость и (или) достаточность информации для ее решения Владеет: необходимыми профессиональными редакторами и пакетами прикладных программ	Конспектирование и изучение лекционного материала, опрос, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.
	УК-1.2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации и научной информации в области математики и компьютерных наук Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук	

		<p>Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок</p>	
	<p>УК-1.3 Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов</p>	<p>Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет</p> <p>Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно – образовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях</p> <p>Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах</p>	
<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Знает: теоретические основы основных математических дисциплин, а также теоретической механики и физики</p> <p>Умеет: решать задачи, связанные с исследованием различных методов, полученных в области математических и физических наук</p> <p>Владеет: базовым математическим и естественнонаучным аппаратом</p>	<p>Конспектирование и изучение лекционного материала, выполнение лабораторных работ, самостоятельная подготовка.</p>

	<p>ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: способы использования знаний в различных областях математики при решении задач физики и механики</p> <p>Умеет: применять различные численные методы при исследовании задач математической физики</p> <p>Владеет: навыками применения численных методов при решении задач математической физики</p>	
	<p>ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач для профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Знает: численные методы исследования задач математической физики</p> <p>Умеет: правильно выбирать численные методы решения задач математической физики</p> <p>Владеет: навыками выбора численных методов решения задач математической физики</p>	
<p>ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>ПК-1.1 Обладает умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>Знает: современный математический аппарат, языки программирования и пакеты прикладных программ</p> <p>Умеет: совершенствовать и применять в приложениях соответствующие знания;</p> <p>Владеет: современными математическими методами и информационными технологиями</p>	<p>Опрос, выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ, опрос.</p>
	<p>ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике</p>	<p>Знает: численные методы, различные языки программирования</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи численными методами, применять различные языки программирования в прикладных исследованиях</p> <p>Владеет: численными методами</p>	

	ПК-1.3 Имеет практический опыт использования методов современных научных исследований	<p>Знает: методы исследования задач математической физики, современные информационные технологии</p> <p>Умеет: применять методы исследования задач математической физики, информационные технологии</p> <p>Владеет: навыками применения численных методов для решения задач математической физики</p>	
--	---	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура и содержание дисциплины (модули).

4.2.1 Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практика	Лабор.	Самостоятельная работа в т.ч. эк-замен	
Модуль 1. Разностные схемы для уравнений параболического и гиперболического типов							
1	Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со сходимостью.	7	2	2	2	2	Опрос, лабораторная работа, контрольная работа
2	Разностные схемы, аппроксимирующие типичные задачи для параболического уравнения, их устойчивость.		2	4	2	2	
3	Разностные схемы, аппроксимирующие простейшее гиперболическое уравнение. Задача Коши.		2	4	4	2	
4	Необходимое условие устойчивости явной трехслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения колебания струны.		2	2		2	
Всего по модулю 1			8	12	8	8	Защита лабораторных заданий, письменный опрос
Модуль 2. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа							

1	Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка	7	4	4	4	2	Опрос, лабораторная работа контрольная работа
2	Метод матричной прогонки решения системы разностных уравнений, аппроксимирующей ей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка.		4	10	4	4	
Всего по модулю 2			8	14	8	6	Защита лабораторных заданий, письменный опрос
ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР		16	26	16	14	Зачет	
ИТОГО:		16	26	16	14	72	

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1 Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Разностные схемы для уравнений параболического и гиперболического типов

Тема 1. Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со сходимостью.

Разностные схемы для уравнений параболического типа. Основные понятия для разностных задач: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со сходимостью.

Тема 2. Разностные схемы, аппроксимирующие типичные задачи для параболического уравнения, их устойчивость.

Разностные схемы, аппроксимирующие задачи Коши для параболического уравнения, их устойчивость. Разностные схемы, аппроксимирующие смешанной граничной задачи для параболического уравнения, их устойчивость.

Тема 3. Разностные схемы, аппроксимирующие простейшее гиперболическое уравнение. Задача Коши.

Разностные схемы, аппроксимирующие простейшее гиперболическое уравнение. Разностные схемы, аппроксимирующие простейшее задачи Коши для гиперболического уравнения.

Тема 4. Необходимое условие устойчивости явной трехслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения колебания струны.

Необходимое условие устойчивости разностной схемы.

Модуль 2. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа.

Тема 1. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка.

Введение. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для уравнения Пуассона.

Тема 2. Метод матричной прогонки решения системы разностных уравнений, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка.

Метод матричной прогонки, алгоритм.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Разностные схемы для уравнений параболического и гиперболического типов

Тема 1. Разностные схемы. Основные понятия: сходимость, устойчивость, аппроксимация. Связь аппроксимации устойчивости со сходимостью. Вопросы к теме: [3], гл. 6, №№: 11(1-6),12,13.

Тема 2. Разностные схемы, аппроксимирующие типичные задачи для параболического уравнения, их устойчивость. Вопросы к теме: [3], гл. 6, №№: 23, 24,26.

Тема 3. Разностные схемы, аппроксимирующие простейшее гиперболическое уравнение. Вопросы к теме: [3], гл.4, №№: 18,21, 23, 24, 34.

Тема 4. Необходимое условие устойчивости разностной схемы. Вопросы к теме: [3], гл.2, №№: 61, 64, 66, 67,69

Модуль 2. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа

Тема 1. Построение разностной схемы, аппроксимирующей задачу Дирихле для линейного эллиптического уравнения второго порядка. Вопросы к теме: [3], гл. 8, №№: 23, 24, 54, 56, 57.

Тема 2. Метод матричной прогонки. Вопросы к теме: [3], гл. 8, №№: 41, 42, 54, 56, 59.

4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: <u>Разностные схемы для уравнений параболического типа</u>	8
1.1лб	Нахождение приближенных решений задачи Коши и смешанной граничной задачи для параболического уравнения методом сеток	8
	Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: <u>Разностные схемы для уравнений эллиптического типа</u>	8
2.1лб	Нахождение приближенного решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике методом сеток	8

5. Образовательные технологии

Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Практические занятия проводятся с использованием мела, меловой доски и компьютера. Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций). Для проведения лабораторных занятий необходим дисплейный класс с необходимым количеством компьютеров, снабженных соответствующими программными обеспечениями.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Решение задач.
3. Выполнение лабораторных работ.

№	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 лабораторных работ	Зачет по лабораторной работе	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

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

Примерная контрольная работа по модулю 1

Вариант 0

1. Написать разностную схему, аппроксимирующую задачу:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - (x + t) \frac{\partial u}{\partial x} + x^2 + t^2,$$

$$u(x, 0) = x.$$

2. Определить порядок аппроксимации смешанной граничной задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - (x^2 + t^2 + 1)u = 1, \quad 0 < t \leq 1, \quad 0 < x < 1,$$

$$u(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1,$$

$$u(0, t) = t,$$

$$u(1, t) = 1 + t, \quad 0 \leq t \leq 1.$$

разностной схемой

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} = \frac{u_{m+1}^n - 2u_m^n + u_{m-1}^n}{h^2} - (x_m^2 + t_n^2 + 1) \frac{u_{m+1}^n + u_{m-1}^n}{2} = 1,$$

$$m = \overline{1, M-1}, \quad n = \overline{0, N-1},$$

$$u_m^0 = 0, \quad m = \overline{0, M},$$

$$u_0^n = t_n, \quad u_M^n = 1 + t_n, \quad n = \overline{0, N},$$

где $x_m = mh$, $t_n = n\tau$, $m = \overline{0, M}$, $n = \overline{0, N}$.

3. Указать алгоритм нахождения методом сеток приближенного значения $u(0,2; 0,1)$, где $u(x, t)$ – решение задачи:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - (xt + 1),$$

$$u(x, 0) = x^2.$$

4. Какую задачу и с каким порядком аппроксимирует на сетке

$$\{x_m = mh, \quad y_n = nl, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, K, \quad n = 0, 1, 2, K\} \text{ разностная схема}$$

$$\begin{cases} \frac{u_{m+1}^n - 2u_m^n + u_{m-1}^n}{h^2} - \frac{u_m^{n+1} - 2u_m^n + u_m^{n-1}}{l^2} = \frac{e^{x_{m+1}} + e^{x_{m-1}}}{2} + y_n, \\ u_m^0 = x_m^2 + 1, \quad \frac{u_m^1 - u_m^0}{h} = 2x_m, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad n = 0, 1, 2, \dots \end{cases} ?$$

Ответ обосновать.

5. Написать разностную схему, аппроксимирующую на сетке

$$\{x_m = mh, y_n = nl, \quad m = \overline{0, M}, \quad n = \overline{0, N}\} \text{ задачу:}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = x^2 + y^2, \quad 0 < x < 1, \quad 0 < y < 1 \\ u(x, 0) = x^2, \quad u(x, 1) = 1 + x^2, \quad u(0, y) = y^2, \quad u(1, y) = 1 + y^2. \end{cases}$$

Какими методами можно найти решение полученной разностной схемы?

Примерная контрольная работа по модулю 2

Вариант 0

1. Написать разностную схему, аппроксимирующую на сетке

$$\{x_m = mh, y_n = nl, \quad m = \overline{0, M}, \quad n = \overline{0, N}\} \text{ задачу:}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = x^2 + y^2, \quad 0 < x < 1, \quad 0 < y < 1 \\ u(x, 0) = x^2, \quad u(x, 1) = 1 + x^2, \quad u(0, y) = y^2, \quad u(1, y) = 1 + y^2. \end{cases}$$

Какими методами можно найти решение полученной разностной схемы?

2. Определить порядок аппроксимации задачи Дирихле в области $D = \{0 < x < 1, 0 < y < 2\}$ с границей Γ

$$u_{xx} + u_{yy} = x^2 + y^2, \quad (x, y) \in D,$$

$$u|_{\Gamma} = 0$$

разностной схемой

$$\begin{cases} \frac{u_{m+1,n} - 2u_{m,n} + u_{m-1,n}}{h^2} + \frac{u_{m,n+1} - 2u_{m,n} + u_{m,n-1}}{l^2} = \frac{x_{m+1}^2 + y_{n+1}^2 + x_{m-1}^2 + y_{n-1}^2}{2}, \\ u|_{\Gamma_h} = 0 \end{cases}$$

на сетке $(x_m, y_n) \in D_h^0$, $x_m = mh, y_n = nl$, где D_h^0, Γ_h – внутренняя сеточная область и сеточная граница соответственно.

Привести соответствующий этой разностной схеме шаблон. Сходится ли решение этой разностной схемы к решению соответствующей задачи, если $l > h$? Почему?

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы;

1. Дать определения: *сетки, узла, аппроксимации, порядка аппроксимации, устойчивости, сходимости, порядка сходимости.*
2. Методом сеток аппроксимировать с помощью явной двухслойной разностной схемы аппроксимировать задачу Коши для уравнения теплопроводности. Определить порядок аппроксимации.
3. Необходимое и достаточное условие сходимости явной двухслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения теплопроводности.

4. Алгоритм решения задачи Коши для линейного уравнения параболического типа методом сеток с помощью явной двухслойной разностной схемы второго порядка аппроксимации.
5. Метод расщепления, алгоритм метода.
6. Аппроксимация методом сеток граничных условий Дирихле, порядок аппроксимации.
7. Метод матричной прогонки, алгоритм метода.
8. Аппроксимация методом сеток задачи Коши для уравнения колебания струны, порядок аппроксимации.
9. Устойчивость трехслойной разностной схемы, аппроксимирующей задачу Коши для уравнения колебания струны.

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

Критерии оценивания

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, который успешно защитил не менее 2/3 отчетов по лабораторным работам, прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- **оценка «незачтено»** выставляется студенту, который не представил к защите 2/3 и более отчетов по лабораторным работам и не справляется с 50% вопросов и в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 40 баллов;
- самостоятельная работа – 60 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- защита лабораторных работ –100 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. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырский П.И. Вычислительные методы, и т.2. М.: Наука, 1977.
3. Сборник задач под редакцией П.И. Монастырного, Минск, 1983, 288 с.
4. Марчук J. Г. И. Методы вычислительной математики. Лань, 2008.

5. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы, Бином. Лаборатория знаний, 2008.

6. Гуржий А. Численные методы Математической физики. Курс лекций 2006 год.

7. Воробьев Г. Н., Данилова А. Н. Практикум по численным методам. М.: Высш. шк., 2007 .

б) дополнительная литература

1. Лапчик М. П., Рагулина М. И., Хеннер Е. К. Численные методы. Маркет ДС, 2009.

2. Пирумов У. Г. Численные методы. Дрофа, 2004.

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 обучением: [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/>(датаобращения: 22.03.2018).

3) *Электронный каталог НБ ДГУ*[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех 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

Учебная программа по дисциплине распределена по темам и по часам на лекции, лабораторные и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, выполнении лабораторных работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений. А выполнение лабораторных работ способствует приобретению навыков решения задач с помощью компьютера.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений

Основная цель лабораторных занятий – научиться практически решать задачи по уравнениям математической физики, пользуясь компьютером, научиться составлять алгоритмы решения задач и соответствующие программы на языках программирования.

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

Все лекционные аудитории укомплектованы мультимедийными и техническими средствами обучения. В каждой аудитории 35 рабочих мест. Аудитории, в которых проводятся семинарские занятия, оснащены доской, укомплектованы рабочими местами в расчете на 25-30 студентов. На факультете имеются 4 компьютерных класса с современными персональными компьютерами и лицензионным программным обеспечением, на базе кафедры прикладной математики создана студенческая научно – исследовательская лаборатория «Математическое моделирование». На кафедре прикладной математики и в библиотеке ДГУ имеются методические указания к выполнению лабораторных работ, также в библиотеке ДГУ имеется соответствующая литература, кроме того методические разработки, размещены на сайте ДГУ.