

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Численное исследование математических моделей

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.04.01 Математика

Направленность программы (профиль)

«Неклассические задачи анализа и дифференциальных уравнений, математическое моделирование
и машинное обучение»

1. Цели и задачи дисциплины:

сформировать представление о численных методах исследования математических моделей и областях применения этих методов, совершенствовать математическую культуру студента. Реализация указанной цели включает последовательное изложение теоретического материала на лекциях, при котором все основные результаты снабжаются строгими доказательствами; отработку приемов решения задач на практических занятиях; промежуточный и итоговый контроль выявляют степень усвоения полученных навыков.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Численные методы исследования математических моделей» относится к дисциплинам по выбору студента модуля 2 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики	Современные проблемы математики и прикладной математики	Введение в маломерную топологию, Операторы в функциональных пространствах, Государственный экзамен

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Основные понятия теории разностных схем, свойства разностных схем.

Уметь:

Заменять краевые задачи устойчивыми разностными схемами требуемого порядка аппроксимации

Владеть:

приёмами и методами анализа разностных схем и их применения для численного исследования математических моделей.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
			1	2	3	4
1.	Аудиторные занятия (ак. часов)					48
	В том числе:					
1.1.	Лекции					16
1.2.	Прочие занятия					32

	<i>В том числе:</i>					
1.2.1.	<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
1.2.2.	<i>Семинары (С)</i>					32
1.2.3.	<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
	<i>Из них в интерактивной форме (ИФ):</i>					
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)					60
	<i>В том числе:</i>					
2.1.	Курсовой проект (работа)					
2.2.	Расчетно-графические работы					
2.3.	Реферат					
2.4.	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации					36
	<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					24
3.	Общая трудоемкость (ак. часов)					108
	<i>Общая трудоемкость (зачетных единиц)</i>					3

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Разностные схемы для краевых задач	Разностные схемы для краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами. Метод решения. Аппроксимация разностными схемами краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами. Устойчивость разностных схем и сходимость приближенного решения к точному
2.	Дискретные ряды Фурье	Дискретные ряды Фурье. Приближенное решение начально- краевой задачи для уравнения теплопроводности на основе дискретные рядов Фурье
3.	Разностные схемы для уравнения теплопроводности	Простейшие разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная схема. Условная устойчивость явной схемы для уравнения теплопроводности.
4.	Схема с весами для уравнения теплопроводности	Схема с весами для уравнения теплопроводности. Аппроксимация схемы с весами. Схема повышенного порядка точности. Условная и безусловная сходимость разностных схем для уравнения теплопроводности.
5.	Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа	Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа как задачи на установление. Схема переменных направлений.
6.	Решение задач для уравнений гиперболического типа	Разностные схемы для решения задач для уравнений гиперболического типа. Схема крест

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы			СРС	Всего
			ПЗ/С	ЛР	из них в ИФ		
1.	Разностные схемы для краевых задач	2	4			10	16
2.	Дискретные ряды Фурье	2	4			10	16
3.	Разностные схемы для уравнения теплопроводности	3	6			10	19
4.	Схема с весами для уравнения теплопроводности	3	6			10	19
5.	Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа	3	6			10	19
6.	Решение задач для уравнений гиперболического типа	3	6			10	19
	ИТОГО	16	32			60	108

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Всего час.
1.	Разностные схемы для краевых задач	4
2.	Дискретные ряды Фурье	4
3.	Разностные схемы для уравнения теплопроводности	6
4.	Схема с весами для уравнения теплопроводности	6
5.	Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа	6
6.	Решение задач для уравнений гиперболического типа	6

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

учебная аудитория для проведения семинарских занятий, аудитория для чтения лекций, ноутбук - 1 шт., проектор - 1 шт., экран - 1 шт., ксерокс - 1 шт., принтер - 1 шт., сканер - 1 шт.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: не требуется

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, MathNet.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. - СПб.: BHV, 2014. - 592 с.

2. Самарский, А.А. Численные методы математической физики / А.А. Самарский, А.В. Гулин. - М.: Альянс, 2016. - 432 с.

3. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2015. - 240 с.

б) дополнительная литература:

5. Бахвалов, Н.С. Численные методы./ Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2004, 636 с.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Курс изучается в форме практических занятий. Базой для данного курса является курс математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, численных методов.

За семестр проводятся две контрольные работы и один коллоквиум. На коллоквиуме требуется знание основных понятий, определений, формулировок теорем без доказательства. Итоговый контроль знаний предполагает более углублённое знание и понимание численных методов исследования математических моделей

математических моделей

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю): прилагается.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС 3++ РУДН.

Разработчики:

Профессор Математического
Института им. С.М. Никольского
должность, название кафедры


подпись

Е.Б.Ланеев

Руководитель программы
Профессор Математического
Института им. С.М. Никольского
должность, название кафедры


подпись

А.В. Фаминский
инициалы, фамилия

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)**

Факультет физико-математических и естественных наук

Математический институт им. С.М. Никольского

УТВЕРЖДЕН

на заседании института

«__» _____ 20__ г., протокол № ____

Директор института

_____ А.Л. Скубачевский
(подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Численное исследование
математических моделей
(наименование дисциплины)

01.04.01 «Математика»

магистр
Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Численные исследование математических моделей»

Направление/Специальность: 01.04.01 «Математика»

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства													Баллы темы	Баллы раздела			
			Текущий контроль										Промежуточная аттестация							
			Опрос	Проверочная работа	Коллоквиум	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение КР/КП	СРС (Выполнение домашнего теста)	Реферат	Выполнение РГР	Экзамен			
ОПК-1	Раздел 1: «Схема с весами для уравнения теплопроводности»	Тема 1: «Простейшие разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная схема. Условная устойчивость явной схемы для уравнения теплопроводности»			2,5	5										12,5			20	47,5
		Тема 2: «Схема с весами для уравнения теплопроводности. Аппроксимация схемы с весами. Схема повышенного порядка точности. Условная и безусловная сходимость разностных схем для уравнения теплопроводности.»	2,5		2,5	10											12,5			27,5
	Раздел 2: «Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа»	Тема 1: «Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа как задачи на установление. Схема пе-	2,5		5	5										12,5			25	52,5

	ременных направле- ний»																		
	Тема 2: «Разностные схемы для решение задач для уравнений ги-перболического типа. Схема крест»				10			5						12,5				27,5	
	ИТОГО:	5		10	30			5						50				100	100

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Дисциплина *Комплексный анализ*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Разностные схемы для краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами. Метод решения.
2. Условная устойчивость явной схемы для уравнения теплопроводности.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Аппроксимация разностными схемами краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами.
2. Схема с весами для уравнения теплопроводности

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Устойчивость разностных схем и сходимость приближенного решения к точному.
2. Аппроксимация схемы с весами.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Дискретные ряды Фурье.
2. Схема повышенного порядка точности.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Приближенное решение начально- краевой задачи для уравнения теплопроводности на основе дискретные рядов Фурье
2. Условная и безусловная сходимость разностных схем для уравнения теплопроводности.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Простейшие разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная схема.
2. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа как задачи на установление.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Разностные схемы для краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами. Метод решения.
2. Решение задач для уравнений гиперболического типа.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Аппроксимация разностными схемами краевых задач для ОДУ второго порядка с переменными коэффициентами.
2. Простейшие разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная схема

Каждому студенту достается по одному билету из данного перечня. Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 25 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа № 1

Вариант 1.

Написать разностную схему для первой краевой задачи для ОДУ второго порядка:

$$(x u')' - 2u = -2, \quad u(0) = 1, \quad u(1) = 2$$

Вариант 2.

Написать разностную схему для первой краевой задачи для ОДУ второго порядка:

$$(xx u')' - u = 4x - xx, \quad u(1) = 1, \quad u(2) = 4$$

Контрольная работа № 2

Вариант 1.

Написать разностную схему с весами для уравнения теплопроводности при $\sigma = 1/2$.

Вариант 2.

Написать разностную схему с весами для уравнения теплопроводности при $\sigma = 1$.

Каждая задача контрольных работ оценивается от 0 до 3 баллов в зависимости от полноты и правильности решения.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ

1. Разностные приближение для производных первого порядка. Порядок аппроксимации.
2. Разностные приближение для производных второго порядка. Порядок аппроксимации.
3. Порядок аппроксимации разностной схемы..
4. Устойчивость разностной схемы
5. Условная устойчивость разностной схемы.
6. Ортогональность системы функций дискретного ряда Фурье.
7. Явная и неявная схема для уравнения теплопроводности.
8. Схема с весами
9. Схема повышенного порядка точности.
10. Условная и безусловная сходимость разностных схем для уравнения теплопроводности.

Каждому студенту достается по одному вопросу из данного перечня. Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

КОМПЛЕКТ ВОПРОСОВ ДЛЯ ОПРОСА

- 1) Что такое порядок аппроксимации разностной схемы?
- 2) Что такое устойчивость разностной схемы?
- 3) Что означает выражение «Из аппроксимации и устойчивости следует сходимость?»
- 4) Что такое условная устойчивость разностной схемы.
- 5) Откуда следует полнота системы функций дискретного ряда Фурье.
- 6) Для чего нужна схема с весами?
- 7) Что такое явная разностная схема?
- 8) Что такое неявная разностная схема?