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

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы уравнений с частными производными

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.04.01 Математика

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

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

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем)

1. Цели и задачи дисциплины: Обучение современным достижениям теории эволюционных уравнений с частными производными с упором на уравнения нечетного порядка: свойствам функциональных пространств эволюционного типа, теории полугрупп, теории краевых задач для уравнения Кортевега – де Фриза.

2. Место дисциплины в структуре ООП:
Дисциплина по выбору студента.
Необходимы знания по математическому анализу, функциональному анализу, обыкновенным дифференциальным уравнениям, дифференциальным уравнениям в частных производных.

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	История и методология математики	Государственный экзамен

3. Требования к результатам освоения дисциплины:
В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные свойства пространств эволюционного типа, теорию полугрупп.
Уметь: применять свойства пространств эволюционного типа и теорию полугрупп для исследования краевых задач для эволюционных дифференциальных уравнений с частными производными.
Владеть*:* современным математическим аппаратом исследования краевых задач для эволюционных дифференциальных уравнений с частными производными.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

№	**Вид учебной работы**	**Всего часов**	**Семестры**			
			1	**2**	**3**	**4**
1.	**Аудиторные занятия (ак. часов)**	32				32
	В том числе:					
1.1.	Лекции	16				16
1.2.	Прочие занятия	16				16
	В том числе:					
1.2.1.	*Практические занятия (ПЗ)*					
1.2.2.	*Семинары (С)*					
1.2.3.	*Лабораторные работы (ЛР)*					

	Из них в интерактивной форме (ИФ):					
2.	**Самостоятельная работа студентов (ак. часов)**	76				76
	В том числе:					
2.1.	Курсовой проект (работа)					
2.2.	Расчетно-графические работы					
2.3.	Реферат					
2.4.	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	36				36
	Другие виды самостоятельной работы	40				40
3.	**Общая трудоемкость (ак. часов)**	108				108
	Общая трудоемкость (зачетных единиц)	3				3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Измеримость по Бохнеру, интеграл Бохнера	Определение измеримости и интегрируемости по Бохнеру функций со значениями в банаховом пространстве, простейшие свойства. Критерии измеримости и интегрируемости по Бохнеру. Предел последовательности функций измеримых по Бохнеру. Действие линейного оператора на интеграл Бохнера.
2.	Полугруппы операторов	Определение и простейшие свойства непрерывных полугрупп операторов в банаховом пространстве. Генератор полугруппы и его свойства. Теорема Хилле-Иосиды. Критерий существования полугруппы в гильбертовом пространстве.
3.	Уравнение Кортевега-де Фриза	Уравнение Кортевега-де Фриза и его физический смысл. Солитоны. Законы сохранения для уравнения Кортевега-де Фриза.
4.	Линеаризованное уравнение Кортевега-де Фриза	Задача Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза. Применение теории групп унитарных операторов для построения и исследования свойств ее решений. Специальные свойства решений: локальное сглаживание, оценка максимальных функций.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	…
1.	Нет обеспечиваемых (последующих) дисциплин									

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№	Наименование раздела	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы	СРС	Всего

п/п			ПЗ/С	ЛР	из них в ИФ		
1.	Измеримость по Бохнеру, интеграл Бохнера	4	4				
2.	Полугруппы операторов	4	4				
3.	Уравнение Кортевега-де Фриза	4	4				
4.	Линеаризованное уравнение Кортевега-де Фриза	4	4				
	Итого:	16	16			76	108

6. Лабораторный практикум: Не предусмотрен.

7. Практические занятия (семинары):

№ п/п	№ раздела	Тема интерактивного занятия	Трудо-емкость (час.)
1.	1.	Измеримость по Бохнеру, интеграл Бохнера	4
2.	2.	Полугруппы операторов	4
3.	3.	Уравнение Кортевега-де Фриза	4
4.	4.	Линеаризованное уравнение Кортевега-де Фриза	4

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ): Не предусмотрены.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Фаминский А.В. Функциональные пространства эволюционного типа. 2-е из-дание, исправленное и дополненное. Москва: Изд-во РУДН, 2016.
2. Фаминский А.В. Избранные главы теории эволюционных уравнений. Москва: Изд-во РУДН, 2014.

б) дополнительная литература:

1. Иосида К. Функциональный анализ. Москва: Изд-во ЛКИ, 2007 г.
2. Гаевский Х., Грегер К., Захариас К. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения. Москва: Мир, 1978.
3. Кружков С.Н., Фаминский А.В. Обобщенные решения задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза. Математический сборник, 1983, т. 120, № 3, с. 396-425
4. Фаминский А.В. Смешанные задачи для уравнения Кортевега-де Фриза. Математический сборник, 1999, т. 190, № 6, с.127-160.
5. Kenig C.E., Ponce G., Vega L. Well-posedness and scattering results for the generalized Korteweg-de Vries equation via the contraction principle. Communications in Pure and Applied Mathematics, 1993, v.43, p.527-620.

в) программное обеспечение: не требуется

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: не требуются

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Общий аудиторный фонд: поточные аудитории Зал № 1, Зал № 2, 485, 495, 497 в учебном корпусе РУД, ул. Орджоникидзе, д. 3 (проекторы –3 шт.); групповые аудитории в учебном корпусе РУДН, ул. Орджоникидзе, д. 3 на 3, 4 и 5 этажах.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

В каждом семестре на итоговый контроль знаний отводится 60 баллов, ещё 40 баллов отводится на посещение занятий и выполнение домашних заданий. Итоговая сумма баллов в каждом семестре – 100.

Соответствие систем оценок (используемых ранее оценок итоговой академической успеваемости, оценок ECTS и балльно-рейтинговой системы (БРС) оценок текущей успеваемости) (В соответствии с Приказом Ректора №996 от 27.12.2006 г.):

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки ECTS
86 – 100	5	95 - 100	5+	A
		86 - 94	5	B
69 – 85	4	69 - 85	4	C
51 – 68	3	61 - 68	3+	D
		51 - 60	3	E
0 – 50	2	31 - 50	2+	FX
		0 - 30	2	F

1. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
2. Отсрочка в сдаче домашнего задания считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки.
3. Студент допускается к итоговому контролю с любым количеством баллов, набранным в семестре, но при условии, что у него имеется теоретическая возможность получить не менее 31 балла.
4. Если в итоге за семестр студент получил менее 31 балла, то ему выставляется оценка F и он должен повторить дисциплину в установленном порядке. Если же в итоге студент получил не менее 31 балла, т.е. F_x, то ему разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путём повторного одноразового выполнения предусмотренных итоговых контрольных мероприятий; при этом аннулируются, по усмотрению преподавателя, соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится в период с 07.02 по 28.02 (с 07.09 по 28.09) по согласованию с деканатом.
5. Итоговая контрольная работа (итоговый контроль) содержит от 3 до 6 вопросов (или заданий). На подготовку к ответу отводится 1 час, после чего производится устный опрос студента. Оценивается работа из 60 баллов независимо от оценки, полученной в семестре.

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

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

Разработчик

д.ф.-м.н., проф. **А.В. Фаминский**

Директор Математического института,
д.ф.-м.н., профессор **А.Л. Скубачевский**

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

Факультет физико-математических и естественных наук

Математический институт им. С.М. Никольского

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине **«Дополнительные главы уравнений с частными производными»**

Рекомендуется для направления подготовки

01.04.01 Математика

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

е

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Дополнительные главы уравнений с частными производными»

Направление/Специальность: 01.04.01 Математика
шифр название

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства															Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль												Промежуточная аттестация				
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение КР/КП	Выполнение ДЗ	Реферат	Выполнение РГР	Работа на инт. зан.	…	…	Экзамен/Зачет	…	…		
ОПК-1	Дополнительные главы уравнений с частными производными	Группы операторов						3				4			8			15	100
		Абстрактные эволюционные уравнения										4			9			13	
		Специальные свойства групп унитарных операторов						3				4			8			15	
		Уравнение Кортевега-де Фриза										4			9			13	
		Линеаризованное						3				4			9			16	

		уравнение Кортевега-де Фриза																	
		Задача Коши для уравнения Кортевега-де Фриза						3				4			8			15	
		Смешанные задачи для уравнения Кортевега-де Фриза										4			9			13	
		ИТОГО:							12			28			**60**			**100**	100

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМАМ

1. Сформулируйте теорему существования и единственности классического решения абстрактной задачи Коши.
2. Приведите различные подходы к понятию обобщённого решения абстрактной задачи Коши и их связь с понятием классического решения.
3. Сформулируйте теорему о существовании и единственности обобщённого решения абстрактной задачи Коши.
4. Опишите физический смысл уравнения Кортевега-де Фриза. Напишите для него законы сохранения.
5. Опишите полугруппу для решения задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза. Какие свойства решений вытекают из общей теории полугрупп?
6. Сформулируйте лемму Ван дер Корпута.
7. Определите функцию Эйри и опишите её свойства.
8. Сформулируйте оценку Стрихартца для решений задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза.
9. Опишите свойство локального сглаживания решений задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза.
10. Сформулируйте оценку для максимальных функций для решений задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза.
11. Введите класс корректности решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза и опишите его свойства.
12. Сформулируйте теорему о корректной разрешимости задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза.
13. Приведите аналоги законов сохранения для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза.
14. Сформулируйте определение обобщённого решения задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза и обоснуйте его корректность.
15. Каковы свойства обобщённых решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза вытекают из определения.
16. Сформулируйте теорему единственности решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза.
17. Сформулируйте теорему существования глобальных решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза. Опишите два основных этапа её доказательства.

ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ

по специальному курсу **«Дополнительные главы уравнений с частными производными»**

по направлению подготовки «**Математика**»

1. Определение и простейшие свойства непрерывных полугрупп операторов в банаховом пространстве. Генератор полугруппы и его свойства.
2. Теорема Хилле-Иосиды.
3. Критерий существования полугруппы в гильбертовом пространстве.
4. Определение и простейшие свойства непрерывных групп операторов в банаховом пространстве, связь с полугруппами. Генератор группы и его свойства. Аналог теоремы Хилле-Иосиды для групп.
5. Теорема Стоуна о группах унитарных операторов в гильбертовом пространстве.

6. Применение полугрупп для решения эволюционных уравнений в банаховом пространстве. Теорема существования и единственности классического решения.
7. Понятия обобщенных решений эволюционных уравнений в банаховом пространстве. Теорема существования и единственности обобщенного решения.
8. Оценки типа Стрихартца для групп унитарных операторов.
9. Уравнение Кортевега-де Фриза и его физический смысл. Солитоны. Законы сохранения для уравнения Кортевега-де Фриза.
10. Задача Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза. Применение теории групп унитарных операторов для построения и исследования свойств ее решений.
11. Специальные свойства решений задачи Коши для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза: локальное сглаживание, оценка максимальных функций.
12. Построение локальных по времени регулярных решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза на основе свойств решений линеаризованного уравнения.
13. Применение законов сохранения для построения глобальных по времени решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза.
14. Теорема существования обобщенных решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза.
15. Теорема единственности обобщенных решений задачи Коши для уравнения Кортевега-де Фриза.
16. Постановка смешанных задач для уравнения Кортевега-де Фриза. Граничные потенциалы для линеаризованного уравнения Кортевега-де Фриза и их свойства.
17. Теоремы существования и единственности регулярных решений смешанных задач для уравнения Кортевега-де Фриза.
18. Теоремы существования обобщенных решений смешанных задач для уравнения Кортевега-де Фриза.
19. Теоремы единственности обобщенных решений смешанных задач для уравнения Кортевега-де Фриза.