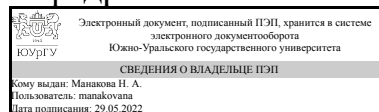


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



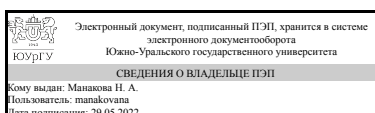
Н. А. Манакова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.04 Функциональные пространства и дифференциальные операторы  
**для направления** 01.04.01 Математика  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Уравнения в частных производных  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Уравнения математической физики

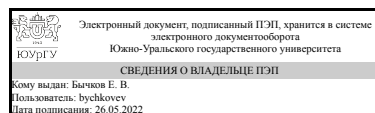
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



Н. А. Манакова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доц., доцент



Е. В. Бычков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины состоит в ознакомлении магистрантов с основами современной теории функциональных пространств, со сложной топологической структурой, теорией дифференциальных операторов. Задачи дисциплины заключаются в том, чтобы ознакомить студентов 1. Углубленное знакомство с функциональными пространствами, дифференциальными операторами; 2. Формирование понимания основных принципов функционального анализа; 3. Приобретение практических навыков решения задач функционального анализа.

## Краткое содержание дисциплины

Функциональные пространства. Дифференциальные операторы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знает: основные функциональные пространства, свойства дифференциальных операторов Умеет: исследовать свойства дифференциальных операторов, находить собственные функции и собственные значения операторов Имеет практический опыт: решения задач математической физики в рамках научно-исследовательской работы на основе построения функциональных пространств и дифференциальных операторов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Оптимальное управление для линейных уравнений соболевского типа, Полулинейные уравнения соболевского типа, Линейные уравнения соболевского типа, Устойчивость решений уравнений соболевского типа, Уравнения соболевского типа на графах

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Подготовка докладов	29,5	29,5	
Подготовка к экзамену	28	28	
Подготовка к теоретической контрольной работе	12	12	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Функциональные пространства	40	20	20	0
2	Дифференциальные операторы	24	12	12	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Множества и отображения. Функция. Оператор. Топологические пространства. Векторные пространства. Метрические и нормированные пространства.	2
2	1	Банаховы и гильбертовы пространства.	2
3	1	Интеграл Лебега.	2
4	1	Пространства Лебега $L_p$ и $l_p$ .	2
5	1	Обобщенная производная и пространства обобщенных функций.	2
6	1	Пространства Соболева.	2
7	1	Пространства непрерывно-дифференцируемых функций.	2
8	1	Пространства Гельдера и Липшица.	2
9	1	Теоремы вложения (Соболева, Реллиха - Кондрашова).	2
10	1	Понятие об интерполяционных пространствах.	2
11	2	Оператор. Дифференциальный оператор.	2
12	2	Гладкие дифференциальные операторы. Дифференциальные операторы с постоянными коэффициентами.	2
13	2	Эллиптические операторы. Условия эллиптичности.	2
14	2	Функции Грина.	2
15	2	Производные дробного порядка.	2

16	2	Нерешенные проблемы.	2
----	---	----------------------	---

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение. Метрики и нормы.	2
2	1	Банаховы и гильбертовы пространства.	2
3	1	Интеграл Лебега. Вычисление.	2
4	1	Пространства Лебега $L_p$ и $l_p$ . Изоморфизм.	2
5	1	Обобщенная производная и пространства обобщенных функций.	2
6	1	Пространства Соболева.	2
7	1	Пространства непрерывно-дифференцируемых функций.	2
8	1	Пространства Гельдера и Липшица. Примеры вычисления константы Липшица.	2
9	1	Теоремы вложения (Соболева, Реллиха - Кондрашова).	2
10	1	Примеры интерполяционных пространств.	2
11	2	Спектральная задача для дифференциального оператора	2
12	2	Производная Фреше и Гато.	2
13	2	Производная Фреше и Гато.	2
14	2	Эллиптические операторы. Проверка условия эллиптичности.	2
15	2	Производные дробного порядка.	2
16	2	Подведение итогов. Обобщение.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка докладов	ПУМД основная (п. 1), ПУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД (п. 1, п. 2)	1	29,5
Подготовка к экзамену	ПУМД основная (п. 1), ПУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД (п. 1, п. 2)	1	28
Подготовка к теоретической контрольной работе	ПУМД основная (п. 1), ПУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД (п. 1, п. 2)	1	12

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Доклад 1	25	5	При оценке используется следующая шкала: подготовлен доклад - 1 балл; подготовлена презентация - 1 балл; оформление презентации соответствует ГОСТ- 1 балл; тема доклада раскрыта полностью - 1 балл; доклад вызвал интерес у аудитории - 1 балл.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Доклад 2	25	10	Контрольная работа состоит из 5 задач. Каждая задача оценивается по следующей шкале: 2 балла - задача решена верно (допускаются опечатки и не критические ошибки в вычисления, алгоритм и метод решения выбраны верно); 1 балл - задача решена не верно (ошибки в вычислениях привели к неверному ответу или задача решена на 50%, алгоритм и метод решения выбраны верно); 0 баллов - задача решена не верно (допущены грубые ошибки, или задача решена менее чем на 50 процентов, или неверно выбран метод решения).	экзамен
3	1	Текущий контроль	Теоретическая контрольная работа	15	8	Контрольная точка Т проводится на лекционном занятии. Продолжительность – 40 минут. Студенту предлагается ответить на 4 вопроса. Максимальная оценка за вопрос составляет 2 балла. При оценке используется следующая шкала: 2 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос.	экзамен
4	1	Текущий контроль	Активная познавательная деятельность	10	32	На каждом из 16 практических занятий студент может получить 2 балла: студент задает вопросы по докладу - 1 балл; студент правильно отвечает на вопросы по докладу - 1 балл. В противном случае баллы не начисляются.	экзамен
5	1	Текущий	Работа в малых	15	10	На 5 практических занятиях студентам	экзамен

		контроль	группах			предлагается разбиться на группы по 2 - 3 человека для разбора доказательств основных теорем. Студенты проводят разбор доказательств и представляют его преподавателю. При оценке используется следующая шкала: 2 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос.	
6	1	Текущий контроль	Проверка конспекта лекций и посещаемости	10	6	Контрольное мероприятие учитывает посещаемость студентами лекций и практических занятий по дисциплине, а также для оценки правильности оформления студентами конспекта лекций. Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта лекций и при наличии полного конспекта выставляет баллы за контрольное мероприятие, используя шкалу соответствия баллов процентам посещаемости: 6 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 5 за 80–89%, 4 за 70–79%, 3 за 60–69%, 2 за 50–59%, 1 за 40–49%, 0 за 0–39%. Если конспект неполный, то балл за контрольное мероприятие равен 0.	экзамен
7	1	Промежуточная аттестация	Опрос	-	8	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в виде устного опроса. Студенту задается 4 вопросов по разным темам курса. Правильный ответ на вопрос – 2 балла; ответ на вопрос содержит незначительные ошибки – 1 балл; неправильный ответ – 0 баллов.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	обязательным. Экзаменационная работа проводится в письменной форме. Студенту дается 2 академических часа на написание работы.	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	
ПК-1	Знает: основные функциональные пространства, свойства дифференциальных операторов	+	+	+			+	+	+
ПК-1	Умеет: исследовать свойства дифференциальных операторов, находить собственные функции и собственные значения операторов	+	+			+	+		+
ПК-1	Имеет практический опыт: решения задач математической физики в рамках научно-исследовательской работы на основе построения функциональных пространств и дифференциальных операторов					+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Треногин, В. А. Функциональный анализ [Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика"]. - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1993. - 439,[1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Мизохата, С. Теория уравнений с частными производными Пер. с япон. Ю. В. Егорова; Под ред. О. А. Олейник. - М.: Мир, 1977. - 504 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ЮУрГУ. Серия Математическое моделирование и программирование
2. Вестник ЮУрГУ. Серия Математика. Механика. Физика

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. методические рекомендации по организации СРС

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. методические рекомендации по организации СРС

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/2206">https://e.lanbook.com/book/2206</a>

2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-0976-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167757">https://e.lanbook.com/book/167757</a> (дата обращения: 24.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
---	---------------------------	---	---

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	707 (1)	доска, персональный компьютер
Лекции	707 (1)	доска, персональный компьютер