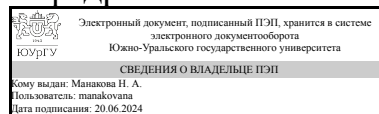


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



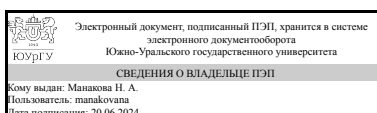
Н. А. Манакова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.01 Линейные уравнения соболевского типа  
для направления 01.04.01 Математика  
уровень Магистратура  
магистерская программа Неклассические уравнения математической физики  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Уравнения математической физики

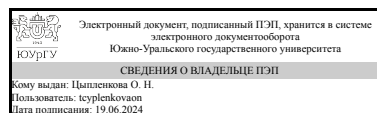
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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



Н. А. Манакова

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



О. Н. Цыпленкова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса состоит в освоении теории уравнений соболевского типа студентами, обучающимися в магистратуре по направлению «Математика». Конкретные задачи курса сводятся к следующему: 1. Анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ в области математики с использованием современных достижений науки и техники, передового российского и зарубежного опыта. 2. Изучение теоретических основ теории вырожденных полугрупп, групп операторов. 3. Приложение теории полугрупп операторов к решению задач для неклассических уравнений математической физики.

## Краткое содержание дисциплины

Аналитические группы линейных уравнений соболевского типа. Приложения теории относительно спектрально ограниченных операторов. Аналитические полугруппы линейных уравнений соболевского типа. Приложения теории относительно секториальных операторов.

## 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 понятия, идеи, методы, связанные с уравнениями соболевского типа, основные научные подходы исследуемой задачи Умеет: использовать теоретические методы в решении прикладных задач, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах Имеет практический опыт: владения навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме научно-исследовательской работы

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Функциональные пространства и дифференциальные операторы	Устойчивость решений уравнений соболевского типа, Оптимальное управление для линейных уравнений соболевского типа, Полулинейные уравнения соболевского типа, Стохастические дифференциальные уравнения

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

Функциональные пространства и дифференциальные операторы	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
--	---

#### 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	2
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 к экзамену	22	22	
Подготовка к докладу	15	15	
Подготовка к аудиторным занятиям	32,5	32,5	
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	Аналитические группы линейных уравнений соболевского типа	28	14	14	0
2	Приложения теории относительно спектрально ограниченных операторов	8	4	4	0
3	Аналитические полугруппы линейных уравнений соболевского типа	16	8	8	0
4	Приложения теории относительно секториальных операторов	12	6	6	0

##### 5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1	1	Операторно-дифференциальное уравнение соболевского типа и задача Коши для него	2
2	1	Замечания об истории развития теории групп и полугрупп операторов с ядрами	2
3	1	Относительные резольвенты. Относительно сигма-ограниченные операторы	2
4	1	Относительно присоединенные векторы. Разрешающие группы операторов	2
5	1	Фазовые пространства. Достаточные условия сигма-ограниченности	2
6	1	Случай бирасщепляющего оператора. Случай фредгольмова оператора	2
7	1	Задача Коши для неоднородного уравнения. Задача Коши для уравнения высокого порядка	2
8	2	Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения Баренблатта-Желтова-Кочиной	2
9	2	Уравнения Буссинеска-Лява. Линеаризованная система уравнений Осколкова	2
10	3	Относительные резольвенты. Относительно $p$ -секториальные операторы	2
11	3	Разрешающие полугруппы. Их ядра и образы. Обобщенная задача Шоултера-Сидорова. Фазовые пространства	2
12	3	Единицы полугрупп. Существование обратного оператора. Контрпример	2
13	3	Генераторы аналитических полугрупп с ядрами. Задача Коши для неоднородного уравнения	2
14	4	Уравнение свободной поверхности фильтрующейся жидкости. Линейная система Навье-Стокса	2
15	4	Относительно $p$ -радиальные операторы. Сильно непрерывные полугруппы уравнений соболевского типа	1
16	4	Расщепление пространств. Обратный оператор	1
17	4	Инфинитезимальные генераторы сужений вырожденных полугрупп. Фазовые пространства	1
18	4	Обобщение теоремы Хилле-Иосиды-Феллера-Филлипса-Миядеры. Задача Коши для неоднородного уравнения	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Задача Коши для операторно-дифференциальных уравнений соболевского типа	2
2	1	Группы и полугруппы невырожденного уравнения в трех основных случаях	2
3	1	Относительные резольвенты, их аналитичность. Относительно спектрально ограниченные операторы	2
4	1	Относительно присоединенные векторы. Разрешающие группы операторов	2
5	1	Единственность фазового пространства. Нильпотентные операторы	2
6	1	Бирасщепляющий и фредгольмов операторы	2
7	1	Задача Коши для неоднородного уравнения и для уравнения высокого порядка	2
8	2	Вырожденная система обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения Баренблатта-Желтова-Кочиной	2
9	2	Уравнение Буссинеска-Лява. Линеаризованная система уравнений Осколкова	2
10	3	Относительно $p$ -секториальные операторы	2

11	3	Разрешающие полугруппы. Их ядра и образы. Обобщенная задача Шоуолтера-Сидорова. Фазовые пространства	2
12	3	Единицы полугрупп. Существование обратного оператора. Контрпример	2
13	3	Генераторы аналитических полугрупп с ядрами. Задача Коши для неоднородного уравнения	2
14	4	Уравнения свободной поверхности фильтрующей жидкости. Линейная система Навье-Стокса	2
15	4	Относительно $r$ -радиальные операторы. Сильно непрерывные полугруппы уравнений соболевского типа	1
16	4	Расщепление пространств. Обратный оператор	1
17	4	Инфинитезимальные генераторы сужений вырожденных полугрупп. Фазовые пространства	1
18	4	Обобщение теоремы Хилле-Иосиды-Феллера-Филлипса-Миядеры. Задача Коши для неоднородного уравнения	1

### 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 к экзамену	ЭУМД, осн. лит. 1 (Глава 1 - стр 16-63, Глава 2 - стр 73-117, Глава 3 - стр. 118-158); ПУМД, доп. лит. 1.	2	22
Подготовка к докладу	ЭУМД, осн. лит. 1, доп. лит. 1	2	15
Подготовка к аудиторным занятиям	ЭУМД, осн. лит. 1 (Глава 1 - стр 16-63, Глава 2 - стр 73-117, Глава 3 - стр. 118-158); метод. пособ. 1; ЭУМД, доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит., глава 1.	2	32,5

## 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	2	Текущий контроль	Контрольная работа «Относительно $\sigma$ -ограниченные операторы»	0,15	15	Продолжительность – 1 академический час. Контрольная работа состоит из 3 заданий. Максимальный балл за ответ на задание – 5 баллов.	экзамен

					<p>Каждая задача оценивается следующим образом: 5 баллов – задание верно, 4 балла – задание написано в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 80% полного ответа, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного ответа, 1 балл – в процессе решения допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного ответа; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного ответа.</p>		
2	2	Текущий контроль	<p>Контрольная работа «Относительно р- секториальные операторы»</p>	0,15	15	<p>Продолжительность – 1 академический час. Контрольная работа состоит из 3 заданий. Максимальный балл за ответ на задание – 5 баллов. Каждая задача оценивается следующим образом: 5 баллов – задание верно, 4 балла – задание написано в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 80% полного ответа, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного ответа, 1 балл – в процессе решения допущены</p>	экзамен

						существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного ответа; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного ответа.	
3	2	Текущий контроль	Контрольная работа «Относительно р- радиальные операторы»	0,15	15	Продолжительность – 1 академический час. Контрольная работа состоит из 3 заданий. Максимальный балл за ответ на задание – 5 баллов. Каждая задача оценивается следующим образом: 5 баллов – задание верно, 4 балла – задание написано в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 80% полного ответа, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного ответа, 1 балл – в процессе решения допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного ответа; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного ответа.	экзамен
4	2	Текущий контроль	Активная работа	0,3	30	На каждом из 15 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	2	Текущий контроль	Устный доклад	0,15	5	При оценке используется следующая шкала: подготовлен доклад - 1 балл; подготовлена презентация - 1 балл; оформление презентации	экзамен

						соответствует ГОСТ- 1 балл; тема доклада раскрыта полностью - 1 балл; доклад вызвал интерес у аудитории - 1 балл.	
6	2	Текущий контроль	Проверка конспекта лекций и посещаемости	0,1	10	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: 10 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 9 за 80–89%, 8 за 70–79%, 7 за 60–69%, 6 за 50–59%, 5 за 40–49%, 4 за 30–39%, 3 за 20–29%, 2 за 10–19%, 1 за 5–9%, 0 за 0–4%. Если конспект неполный, то балл за контрольное мероприятие равен 0.	экзамен
7	2	Промежуточная аттестация	Опрос	-	10	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в письменной форме. Билет содержит 5 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 обязательным. Экзаменационная работа проводится в письменной форме. Студенту дается 2 академических часа на написание работы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: основные понятия, идеи, методы, связанные с уравнениями соболевского типа, основные научные подходы исследуемой задачи	+	+	+	+	+	+	+



ПК-1	Умеет: использовать теоретические методы в решении прикладных задач, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: владения навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме научно-исследовательской работы						+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Свиридюк, Г. А. Линейные уравнения соболевского типа Учеб. пособие для вузов Г. А. Свиридюк, В. Е. Федоров; Челябин. гос. ун-т. - Челябинск: Челябинский государственный университет, 2003. - 179 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Плышевская, Т. К. Основы теории функций комплексной переменной Учеб. пособие Т. К. Плышевская, Г. А. Свиридюк; Магнитогор. гос. ун-т. - Магнитогорск: МаГУ, 2001. - 141 с.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия "Математическое моделирование и программирование".

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

1. Федоров В.Е. Полугруппы и группы операторов с ядрами: учеб. пособие / В.Е. Федоров, Челябин. гос. ун-т. Челябинск, 1998, 78 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Золотарев, М.Л. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве: учебное пособие. [Электронный ресурс] / М.Л. Золотарев, И.А. Федоров. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2014. — 116 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58320">http://e.lanbook.com/book/58320</a> — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Свешников, А.Г. Линейные и нелинейные уравнения соболевского типа / А. Г. Свешников, А. Б. Альшин, М. О. Корпусов, Ю. Д. Плетнер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 736 с. — ISBN 978-5-9221-0779-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59457">https://e.lanbook.com/book/59457</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	708a (1)	персональный компьютер, проектор, экран