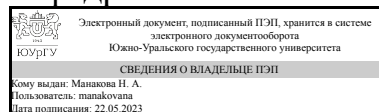


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Н. А. Манакова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.08.01 Уравнения соболевского типа высокого порядка  
для направления 01.04.01 Математика

уровень Магистратура

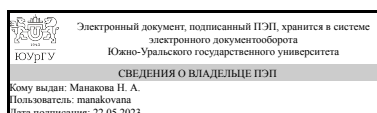
магистерская программа Неклассические уравнения математической физики

форма обучения очная

кафедра-разработчик Уравнения математической физики

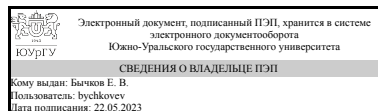
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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



Н. А. Манакова

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



Е. В. Бычков

## 1. Цели и задачи дисциплины

обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС направления 01.04.01 «Математика», содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления. Цель дисциплины состоит в освоении теории уравнения соболевского типа высокого порядка студентами, обучающимися в магистратуре по направлению «Математика». Конкретные задачи курса сводятся к следующему: 1. Применение методов математического и алгоритмического моделирования при изучении реальных процессов и объектов, моделируемых уравнениями соболевского типа высокого порядка, с целью нахождения эффективных решений прикладных задач; 2. Анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ в области уравнений соболевского типа высокого порядка с использованием современных достижений науки и техники, передового российского и зарубежного опыта.

## Краткое содержание дисциплины

Введение в теорию уравнений соболевского типа. Относительно полиномиально ограниченные пучки операторов. Уравнения соболевского типа второго порядка. Уравнения соболевского типа высокого порядка. Приложения

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: понятия пропагаторов, фазового пространства, пространства функций и операторов для редукции исследуемых задач к абстрактному уравнению для применения системного подхода и выработки стратегии решения проблемы Умеет: формализовать конкретные задачи, редуцировать неклассические уравнения математической физики к абстрактным уравнениям соболевского типа высокого порядка для применения системного подхода и выработки стратегии решения проблемы; применять методы математического моделирования при изучении приложений уравнений соболевского типа высокого порядка Имеет практический опыт: владения навыком построения фазового пространства; анализа решения абстрактных уравнений соболевского типа высокого порядка, проблемных ситуаций на основе системного подхода
ПК-2 Способность публично представлять собственные и известные научные результаты	Знает: основные понятия и методы курса, свойства пропагаторов и пучков операторов Умеет: выделять основную идею доклада, акцентировать внимание слушателей; анализировать и обобщать результаты научно-исследовательских работ в области уравнений соболевского типа высокого порядка

	Имеет практический опыт: применения понятийного аппарата теории уравнений соболевского типа высокого порядка, относительно полиномиально ограниченных пучков операторов для представления известных научных результатов
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Системы и модели леонтьевского типа, История и методология математики, Численные методы решения задач математической физики, Семинар "Уравнения соболевского типа", Введение в теорию полугрупп операторов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Системы и модели леонтьевского типа	Знает: математические модели леонтьевского типа техники и экономики, основные методы исследования и понятия моделей и систем леонтьевского типа для выработки стратегии решения проблемы Умеет: находить методы решения нестандартных задач для моделей леонтьевского типа Имеет практический опыт: навыками построения математических моделей леонтьевского типа для решения общенаучных и прикладных задач, навыками анализа и обобщения результатов научно-исследовательских работ по моделям и системам леонтьевского типа с применением современных достижений науки и техники
Введение в теорию полугрупп операторов	Знает: основные концепции теории Умеет: представлять научные доклады на большую аудиторию, аргументированно строить текст Имеет практический опыт: анализа научной литературы, навыками создания презентаций
Численные методы решения задач математической физики	Знает: численные методы и подходы решения неклассических задач математической физики для применения системного подхода и выработки стратегии решения проблемы Умеет: модифицировать изученные классические численные методы для решения неклассических задач математической физики на основе системного подхода Имеет практический опыт: анализа изучаемых задач на основе системного подхода, выработки стратегии полученных навыков в научно-исследовательских и научно-производственных работах

История и методология математики	Знает: природу и сущность математического знания, пути его достижения, формы и источники математического самообразования Умеет: математически грамотно ставить задачу, анализировать и доказывать необходимые факты, аргументированно формулировать свои подходы к исследуемой теме, интерпретировать полученные результаты в терминах специалистов смежных научных дисциплин Имеет практический опыт: владения основами парадигмального подхода в истории и методологии математики
Семинар "Уравнения соболевского типа"	Знает: правила и нормы построения доклада и презентации Умеет: представлять новые научные результаты Имеет практический опыт: владения навыками составления научных докладов, поддержки дискуссии

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
Подготовка к Тесту КМ3	3	3	
Подготовка к проверке конспектов лекций (к КМ7)	0,5	0.5	
Проработка лекционного материала подготовка к контрольной работе КМ8	7	7	
Подготовка к экзамену	13	13	
Подготовка к теоретической контрольной работе КМ6	5	5	
Подготовка доклада и презентации (к КМ1 и КМ2)	20	20	
Подготовка к Самостоятельным работам (КМ4 и КМ5)	3	3	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
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	Введение в теорию уравнений соболевского типа	8	4	4	0
2	Относительно полиномиально ограниченные пучки операторов	12	6	6	0
3	Уравнения соболевского типа второго порядка	8	4	4	0
4	Уравнения соболевского типа высокого порядка	8	4	4	0
5	Приложения	12	6	6	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в теорию уравнений соболевского типа	2
2	1	Относительно спектрально ограниченные операторы	2
3	2	Относительно полиномиально ограниченные пучки операторов	2
4	2	Относительно присоединенные векторы	2
5	2	Полиномиальная ограниченность относительно фредгольмова оператора	2
6	3	Однородные уравнения соболевского типа второго порядка	2
7	3	Задача Коши для неоднородного уравнения соболевского типа второго порядка	2
8	4	Пропагаторы	2
9	4	Морфология фазового пространства	2
10	5	Приложения. Функциональные пространства и операторы	2
11	5	Приложения. Уравнение Буссинеска - Лява	2
12	5	Приложения. Уравнение Дижон звуковых волн в смектиках	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Повторение	2
2	1	Относительные резольвенты пучков операторов.	2
3	2	Относительно спектральные проекторы.	2
4	2	Относительно присоединенные векторы.	2
5	2	Теорема о расщеплении.	2
6	3	Косинус и синус оператор-функции. Вырожденные $M, N$ – функции.	2
7	3	Морфология фазового пространства уравнения второго порядка.	2
8	4	Пропагаторы.	2
9	4	Задача Коши для неоднородного уравнения соболевского типа высокого порядка.	2
10	5	Приложение. Функциональные пространства и операторы.	2
11	5	Приложения. Математическая модель колебаний в тонком упругом стержне	2
12	5	Приложения. Математическая модель распространения звуковых волн в смектиках.	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 к Тесту КМ3	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	3
Подготовка к проверке конспектов лекций (к КМ7)	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	0,5
Проработка лекционного материала подготовка к контрольной работе КМ8	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	7
Подготовка к экзамену	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	13
Подготовка к теоретической контрольной работе КМ6	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	5
Подготовка доклада и презентации (к КМ1 и КМ2)	ЭУМД доп.лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн.лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	20
Подготовка к Самостоятельным работам (КМ4 и КМ5)	ЭУМД доп. лит. 1, с. 26-41, 84-113; ЭУМД осн. лит. 2, с. 12-80; ПУМД, доп.лит. 1, глава 1; ПУМД, доп.лит. 2, глава 1.	4	3

## 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	4	Текущий контроль	Доклад 1	10	5	Доклад делается на практическом занятии проводится на практическом занятии. Продолжительность – 45 минут из них 30 минут на доклад, 15 минут на ответы на вопросы. Студент должен представить текст доклада, сделать	экзамен

					<p>устный доклад, ответить на вопросы преподавателя и обучающихся. Максимальный балл – 5.</p> <p>5 баллов – тема полностью раскрыта, доклад без формальных ошибок или неточностей, доклад длился 30 минут, студент ответил на все вопросы,</p> <p>4 балла – тема полностью раскрыта, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 1 вопрос, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок);</p> <p>3 балла – тема полностью раскрыта, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 2 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок);</p> <p>2 балла – тема полностью раскрыта частично, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 2 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок);</p> <p>1 балл – тема полностью раскрыта частично, доклад 20-30 минут, не ответил не более чем на 3 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок), присутствуют фактические ошибки;</p> <p>0 баллов – тема полностью раскрыта частично, не ответил не более чем на 3 вопроса, присутствуют более двух фактических ошибок.</p>	
2	4	Текущий контроль	Доклад 2	10	<p>5</p> <p>Доклад делается на практическом занятии проводится на практическом занятии. Продолжительность – 45 минут из них 30 минут на доклад, 15 минут на ответы на вопросы. Студент должен представить текст доклада, сделать устный доклад, ответить на вопросы преподавателя и обучающихся. Максимальный балл – 5.</p> <p>5 баллов – тема полностью раскрыта, доклад без формальных ошибок или неточностей, доклад длился 30 минут, студент ответил на все вопросы,</p> <p>4 балла – тема полностью раскрыта, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 1 вопрос, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок);</p> <p>3 балла – тема полностью раскрыта, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 2 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок);</p> <p>2 балла – тема полностью раскрыта</p>	экзамен

						частично, доклад длился 30 минут, не ответил не более чем на 2 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок); 1 балл – тема полностью раскрыта частично, доклад 20-30 минут, не ответил не более чем на 3 вопроса, возможно наличие несущественных неточностей (опечаток, оговорок), присутствуют фактические ошибки; 0 баллов – тема полностью раскрыта частично, не ответил не более чем на 3 вопроса, присутствуют более двух фактических ошибок.	
3	4	Текущий контроль	Тест по теории	10	10	Тест по основным понятиям теории уравнений соболевского типа высокого порядка. Тест состоит из 10 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 1 балл.	экзамен
4	4	Текущий контроль	Самостоятельная работа 1	10	5	1 балл - введены пространства; 2 балла - заданы операторы; 3 балла - уравнение и начальные условия записаны в операторном виде; 4 балла - показана относительно полиномиальная ограниченность пучка операторов; 5 баллов - записаны пропагаторы.	экзамен
5	4	Текущий контроль	Самостоятельная работа 2	10	5	1 балл - введены пространства; 2 балла - заданы операторы; 3 балла - уравнение и начальные условия записаны в операторном виде; 4 балла - показана относительно полиномиальная ограниченность пучка операторов; 5 баллов - записаны пропагаторы.	экзамен
6	4	Текущий контроль	Теоретическая контрольная работа	10	10	Контрольная работа содержит 5 вопросов. Каждый вопрос оценивается по шкале: 2 балла - дан развернутый правильный ответ, приведены необходимые выкладки в доказательствах, определения сформулированы точно; 1 балл - дан правильный в целом ответ, но формулировки не точны; В противном случае баллы не начисляются.	экзамен
7	4	Текущий контроль	Посещаемость	10	5	Баллы начисляются за посещаемость начисляются при условии полного конспекта лекций. 5 баллов 100-91% посещенных занятий, 4 балла 90-81%, 3 балла 80-71%, 2 балла 70-61%, 1 балла 60-51% . В противном случае баллы не начисляются.	экзамен
8	4	Текущий	Контрольная	30	12	Контрольная работа проводится на	экзамен



		контроль	работа			практическом занятии и занимается 2 академических часа. Состоит из 6 заданий. При оценке каждого задания используется следующая шкала: 2 балла – приведен полный ответ на вопрос (полное решение задачи), все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный (неполное решение задачи), но при этом изложено не менее 60% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос. Таким образом, максимальный балл за контрольную работу 12.	
9	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	Студент случайным образом выбирает билет, который содержит 5 вопросов по разным темам курса. Ответ на каждый вопрос оценивается по следующей шкале: 1) правильный ответ – 2 балла; 2) ответ содержит незначительные ошибки - 1 балл; 3) 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	8	9
УК-1	Знает: понятия пропагаторов, фазового пространства, пространства функций и операторов для редукции исследуемых задач к абстрактному уравнению для применения системного подхода и выработки стратегии решения проблемы				+			+		+
УК-1	Умеет: формализовать конкретные задачи, редуцировать неклассические уравнения математической физики к абстрактным уравнениям соболевского типа высокого порядка для применения системного подхода и выработки стратегии решения проблемы; применять методы математического моделирования при изучении приложений уравнений соболевского типа высокого порядка						++			++

УК-1	Имеет практический опыт: владения навыком построения фазового пространства; анализа решения абстрактных уравнений соболевского типа высокого порядка, проблемных ситуаций на основе системного подхода									++								++	
ПК-2	Знает: основные понятия и методы курса, свойства пропагаторов и пучков операторов	++	++															+	+
ПК-2	Умеет: выделять основную идею доклада, акцентировать внимание слушателей; анализировать и обобщать результаты научно-исследовательских работ в области уравнений соболевского типа высокого порядка																		+
ПК-2	Имеет практический опыт: применения понятийного аппарата теории уравнений соболевского типа высокого порядка, относительно полиномиально ограниченных пучков операторов для представления известных научных результатов																		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

1. Свиридюк, Г. А. Дополнительные главы функционального анализа Ч. 1 Учеб.-метод. пособие Г. А. Свиридюк, М. М. Якупов; Магнитогор. гос. ун-т. - Магнитогорск: МаГУ, 2002. - 77 с.

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

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

1. Реферативный журнал. Математика. Рос. акад. наук, М-во науки и техн. политики Рос. Федерации, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ)

2. Вестник Московского университета. Серия 1, Математика. Механика ,науч. журн., Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова (МГУ) М. , Издательство Московского университета, 1960-2011

3. Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия "Математическое моделирование и программирование" ,Юж.-Урал. гос. ун-т; Челябинск ,Издательство ЮУрГУ

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

1. Методические указания для самостоятельной работы студента

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

1. Методические указания для самостоятельной работы студента

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид	Наименование	Библиографическое описание
---	-----	--------------	----------------------------

	литературы	ресурса в электронной форме	
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Свешников, А.Г. Линейные и нелинейные уравнения соболевского типа Свешников, А.Б. Альшин, М.О. Корпусов, Ю.Д. Плетнер. — Электрон. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59457">http://e.lanbook.com/book/59457</a> — Загл. с з
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Замышляева, А. А. ЮУрГУ Линейные уравнения Соболевского типа в монография А. А. Замышляева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения м Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 107 с. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=00320140k?base=SUSU">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=00320140k?base=SUSU</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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	708а (1)	Мультимедийная аудитория, персональный компьютер, проектор, экран