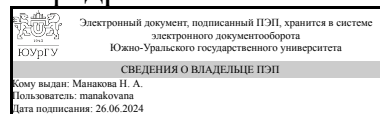


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



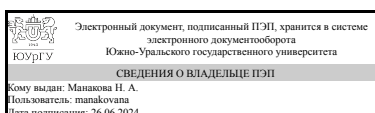
Н. А. Манакова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.02 Полулинейные 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

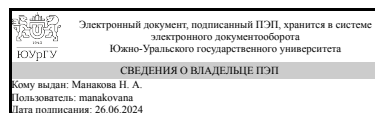
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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



Н. А. Манакова

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., проф., заведующий  
кафедрой



Н. А. Манакова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является развитие общекультурных и профессиональных компетенций студента, необходимых в дальнейшей научной и профессиональной деятельности. Студент, освоивший программу дисциплины, готов решать следующие задачи: приложение абстрактной теории полулинейных уравнений соболевского типа к исследованию начально-краевых задач для уравнений математической физики; применение фундаментальных математических знаний и творческих навыков для быстрой адаптации к новым задачам, возникающим в процессе развития вычислительной техники и математических методов, к росту сложности математических алгоритмов и моделей, к необходимости быстрого принятия решений в новых ситуациях.

## Краткое содержание дисциплины

Предварительные сведения теории линейных уравнений соболевского типа и функционального анализа. Основы теории банаховых многообразий и векторных полей. Абстрактные полулинейные уравнения соболевского типа. Неклассические уравнения математической физики.

## 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 направления исследований полулинейных уравнений соболевского типа<br>Умеет: использовать теоретические методы в решении прикладных задач, анализировать и контекстно обрабатывать информацию из различных источников<br>Имеет практический опыт: применения основных методов изучения полулинейных моделей соболевского типа в исследовательской работе |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                  | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Линейные уравнения соболевского типа, Функциональные пространства и дифференциальные операторы | Уравнения соболевского типа на графах       |

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<br>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                                                                                                     |
| Линейные уравнения соболевского типа | 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 |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 0           | 0                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 35,75       | 35,75                              |
| Проработка теоретического материала (подготовка к докладам)                | 17,75       | 17.75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 18          | 18                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Предварительные сведения теории линейных уравнений соболевского типа и функционального анализа | 6                                         | 0 | 6  | 0  |
| 2         | Основы теории банаховых многообразий и векторных полей                                         | 8                                         | 0 | 8  | 0  |
| 3         | Абстрактные полулинейные уравнения соболевского типа                                           | 8                                         | 0 | 8  | 0  |
| 4         | Неклассические уравнения математической физики                                                 | 10                                        | 0 | 10 | 0  |

## 5.1. Лекции

Не предусмотрены

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                          | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Относительно ограниченные операторы. Разрешающие группы операторов.                                                          | 2            |
| 2         | 1         | Относительно секториальные операторы. Разрешающие полугруппы операторов.                                                     | 2            |
| 3         | 1         | Частные производные Фреше нелинейных операторов. Теорема о неявной функции.                                                  | 2            |
| 4         | 2         | Банаховы многообразия.                                                                                                       | 2            |
| 5         | 2         | Векторные поля на банаховых многообразиях.                                                                                   | 2            |
| 6         | 2         | Интегрирование на банаховых многообразиях.                                                                                   | 2            |
| 7         | 2         | Теорема Коши для векторных полей. Гладкость решений задачи Коши.                                                             | 2            |
| 8         | 3         | Квазистационарные траектории полулинейного уравнения соболевского типа.                                                      | 2            |
| 9         | 3         | Структура фазового пространства и существование квазистационарных траекторий в случае относительно ограниченного оператора.  | 2            |
| 10        | 3         | Квазистационарные полутраектории полулинейного уравнения соболевского типа.                                                  | 2            |
| 11        | 3         | Структура фазового пространства и существование квазистационарных траекторий в случае относительно секториального оператора. | 2            |
| 12        | 4         | Начально-краевая задача для системы Осколкова.                                                                               | 2            |
| 13        | 4         | Соленоидальные и потенциальные вектор-функции.                                                                               | 2            |
| 14        | 4         | Фазовое пространство системы Осколкова.                                                                                      | 2            |
| 15        | 4         | Фазовое пространство уравнения Хоффа.                                                                                        | 2            |
| 16        | 4         | Фазовое пространство обобщенного уравнения Осколкова.                                                                        | 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 |
| Проработка теоретического материала (подготовка к докладам) | ПУМД основная (п. 1, 2), ЭУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД основная (п. 1).                             | 3       | 17,75        |
| Подготовка к зачету                                         | ПУМД основная (п. 1, 2), ЭУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД основная (п. 1), ПУМД дополнительная (п. 1). | 3       | 18           |

## 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    | 3        | Текущий контроль | Доклад 1                             | 25  | 5          | При оценке используется следующая шкала:<br>подготовлен доклад - 1 балл;<br>подготовлена презентация - 1 балл;<br>оформление презентации соответствует ГОСТ- 1 балл;<br>тема доклада раскрыта полностью - 1 балл;<br>доклад вызвал интерес у аудитории - 1 балл.<br>Максимальный балл за контрольное мероприятие - 5.                                                                                                                                                                                                      | зачет            |
| 2    | 3        | Текущий контроль | Доклад 2                             | 25  | 5          | При оценке используется следующая шкала:<br>подготовлен доклад - 1 балл;<br>подготовлена презентация - 1 балл;<br>оформление презентации соответствует ГОСТ- 1 балл;<br>тема доклада раскрыта полностью - 1 балл;<br>доклад вызвал интерес у аудитории - 1 балл.<br>Максимальный балл за контрольное мероприятие - 5.                                                                                                                                                                                                      | зачет            |
| 3    | 3        | Текущий контроль | Теоретическая контрольная работа     | 10  | 8          | Контрольная точка Т проводится на практическом занятии.<br>Продолжительность – 40 минут.<br>Студенту предлагается ответить на 4 вопроса. Максимальная оценка за вопрос составляет 2 балла.<br>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. | зачет            |
| 4    | 3        | Текущий контроль | Активная познавательная деятельность | 10  | 32         | На каждом из 16 практических занятий студент может получить 2 балла:<br>студент задает вопросы по докладу - 1 балл;<br>студент правильно отвечает на вопросы по                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет            |

|   |   |                          |                                           |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------------|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                           |    |    | докладу - 1 балл.<br>В противном случае баллы не начисляются.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
| 5 | 3 | Текущий контроль         | Работа в малых группах                    | 20 | 10 | На 5 практических занятиях студентам предлагается разбиться на группы по 2 - 3 человека для разбора доказательств основных теорем. Студенты проводят разбор доказательств и представляют его преподавателю.<br>При оценке используется следующая шкала:<br>2 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства;<br>1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа;<br>0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос.                     | зачет |
| 6 | 3 | Текущий контроль         | Проверка конспекта занятий и посещаемости | 10 | 6  | Контрольное мероприятие учитывает посещаемость студентами занятий по дисциплине, а также для оценки правильности оформления студентами конспекта занятий. Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта 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. | зачет |
| 7 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет                                     | -  | 10 | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в виде письменной работы.<br>Студенту задается 5 вопросов по разным темам курса.<br>Правильный ответ – 2 балла;<br>ответ содержит незначительные ошибки - 1 балл;<br>неправильный ответ – 0 баллов.<br>Максимальный балл за зачетную работу - 10 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде письменной работы. Студенту дается один час на написание работы. |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                             | № КМ |   |   |   |   |   |   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПК-1        | Знает: основные направления исследований полулинейных уравнений соболевского типа                                                               | +    |   | + | + | + |   | + |
| ПК-1        | Умеет: использовать теоретические методы в решении прикладных задач, анализировать и контекстно обрабатывать информацию из различных источников | +    | + | + |   |   | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: применения основных методов изучения полулинейных моделей соболевского типа в исследовательской работе                 |      | + |   |   |   |   | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

1. Загребина, С. А. Устойчивые и неустойчивые многообразия решений полулинейных уравнений соболевского типа Текст монография С. А. Загребина, М. А. Сагадеева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Фак. математики, механики и компьютер. наук ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 121 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.

##### б) дополнительная литература:

1. Манакова, Н. А. Задачи оптимального управления для полулинейных уравнений соболевского типа [Текст : непосредственный] монография Н. А. Манакова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат. физики ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 88 с.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование
2. Реферативный журнал. Математика
3. Дифференциальные уравнения

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

1. Манакова Н. А. Полулинейные уравнения соболевского типа : метод. указания к изучению курса для студентов направления 01.04.01 "Математика" / Н. А. Манакова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат.

физики ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 13, [2] с..  
URL: [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=00489097k](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=00489097k)

2. Методические рекомендации по организации СРС

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

1. Манакова Н. А. Полулинейные уравнения соболевского типа : метод. указания к изучению курса для студентов направления 01.04.01 "Математика" / Н. А. Манакова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат. физики ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 13, [2] с..  
URL: [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=00489097k](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=00489097k)

2. Методические рекомендации по организации СРС

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Нелинейный анализ и нелинейные дифференциальные уравнения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2002. — 464 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/59313">http://e.lanbook.com/book/59313</a> |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Спивак, М. Математический анализ на многообразиях. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2005. — 160 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/377">http://e.lanbook.com/book/377</a>                |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. 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 |
|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачет                           | 708a (1) | мультимедийная аудитория оборудованная компьютером, мультимедийным проектором, настольной видеокамерой и экраном                                 |
| Практические занятия и семинары | 708a (1) | мультимедийная аудитория оборудованная компьютером, мультимедийным проектором, настольной видеокамерой и экраном                                 |