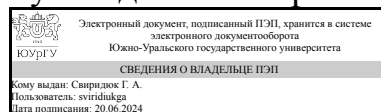


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



Г. А. Свиридюк

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Оптимальное управление для линейных уравнений соболевского типа

для направления 01.04.01 Математика

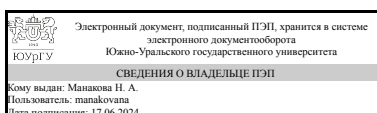
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Уравнения математической физики

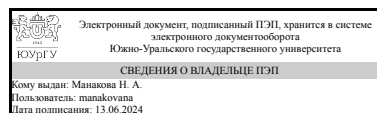
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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

Дисциплина «Оптимальное управление для линейных уравнений соболевского типа» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС направления 01.04.01 «Математика», содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления. Цель курса состоит в освоении студентами теоретических основ теории оптимального управления для линейных уравнений соболевского типа и их приложения к исследованию линейных моделей соболевского типа с различными видами начальных условий. Студент, освоивший программу дисциплины, готов решать следующие задачи: - приложение теории оптимального управления к исследованию задач оптимального управления для неклассических моделей математической физики (линейные модели соболевского типа) с различными видами начальных условий; - 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

Минимизация коэрцитивных форм  
Прямое решение некоторых вариационных неравенств  
Теория относительно ограниченных операторов  
Построение разрешающей группы операторов  
Сильное решение задачи Коши и задачи Шоуолтера - Сидорова для линейного операторного уравнения  
Задача оптимального управления для абстрактного уравнения с относительно ограниченным оператором  
Теория относительно секториальных операторов  
Построение разрешающей полугруппы операторов  
Сильное решение задачи Коши и задачи Шоуолтера - Сидорова для линейного операторного уравнения  
Задача оптимального управления для абстрактного уравнения с относительно секториальным оператором

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| ОПК-2 Способен строить и анализировать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении | Знает: основные постановки экстремальных задач и задач управления<br>Умеет: редуцировать прикладных задачи к абстрактным и на основе общей теории исследовать прикладные задачи управления; анализировать и контекстно обрабатывать информацию из различных источников; применять основные методы теории оптимального управления<br>Имеет практический опыт: решения задач классическими вариационными методами, методами выпуклого анализа |
| ПК-1 Способность к интенсивной научно-исследовательской работе   | Знает: основные методы математического моделирования<br>Умеет: применять фундаментальные  |

|  |  |
|--|--|
|  | математические знания и творческие навыки 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<br>Имеет практический опыт: представления знаний различных типов в проблемно-задачной форме |
|--|--|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.06 Концепции современного естествознания                  | Не предусмотрены                            |

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 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)   | 16          | 16                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 35,75       | 35,75                              |  |
| Подготовка к теоретической контрольной работе                              | 2           | 2                                  |  |
| Подготовка к зачету  | 15          | 15                                 |  |
| Подготовка к докладам  | 18,75       | 18,75                              |  |
| 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 оптимального управления                                       | 8  | 4 | 4 | 0 |
| 2 | Задача оптимального управления для уравнения с относительно $\sigma$ -ограниченным оператором | 12 | 6 | 6 | 0 |
| 3 | Задача оптимального управления для уравнения с относительно $p$ -секториальным оператором     | 12 | 6 | 6 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Минимизация коэрцитивных форм  | 2            |
| 2        | 1         | Прямое решение некоторых вариационных неравенств   | 2            |
| 3        | 2         | Теория относительно ограниченных операторов. Построение разрешающей группы операторов  | 2            |
| 4        | 2         | Сильное решение задачи Коши и задачи Шоуолтера - Сидорова для линейного операторного уравнения с относительно ограниченным оператором  | 2            |
| 5        | 2         | Задача оптимального управления для абстрактного уравнения с относительно ограниченным оператором                                       | 2            |
| 6        | 3         | Теория относительно секториальных операторов. Построение разрешающей полугруппы операторов   | 2            |
| 7        | 3         | Сильное решение задачи Коши и задачи Шоуолтера - Сидорова для линейного операторного уравнения с относительно секториальным оператором | 2            |
| 8        | 3         | Задача оптимального управления для абстрактного уравнения с относительно секториальным оператором                                      | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Коэрцитивные формы. Примеры  | 2            |
| 2         | 1         | Построение выпуклых и замкнутых подмножеств банаховых пространств. Примеры. Теорема сравнения.   | 2            |
| 3         | 2         | Редукция уравнения Баренблатта - Желтова - Кочиной с краевым условием Дирихле к абстрактному уравнению соболевского типа   | 2            |
| 4         | 2         | Построение сильного решения начально-краевых задач для уравнения Баренблатта - Желтова - Кочиной   | 2            |
| 5         | 2         | Задача оптимального управления для модели Баренблатта - Желтова - Кочиной с начальным условием Коши или начальным условием Шоуолтера - Сидорова. Достаточные и необходимые условия решения | 2            |
| 6         | 3         | Редукция уравнения Девиса с краевым условием Дирихле к абстрактному уравнению соболевского типа  | 2            |
| 7         | 3         | Построение сильного решения начально-краевых задач для уравнения Девиса  | 2            |
| 8         | 3         | Задача оптимального управления для модели Девиса с начальным условием Коши или начальным условием Шоуолтера - Сидорова. Достаточные и необходимые условия решения                          | 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 теоретической контрольной работе | ПУМД основная (п. 2), ПУМД дополнительная (п. 2).  | 3       | 2            |
| Подготовка к зачету                           | ПУМД основная (п. 1, 2), ПУМД дополнительная (п. 1, 2, 3), ЭУМД основная (п. 1), ЭУМД дополнительная (п. 2), | 3       | 15           |
| Подготовка к докладам                         | ПУМД дополнительная (п. 1, 3).   | 3       | 18,75        |

### 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. | 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. | зачет            |
| 3    | 3        | Текущий          | Теоретическая                     | 15  | 8          | Контрольная точка Т проводится на  | зачет            |

|   |   |                  |  |    |    |  |       |
|---|---|------------------|--|----|----|--|-------|
|   |   | контроль         | контрольная работа                       |    |    | лекционном занятии. 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.  |       |
| 4 | 3 | Текущий контроль | Активная познавательная деятельность     | 10 | 16 | На каждом из 8 практических занятий студент может получить 2 балла: студент задает вопросы по докладу - 1 балл; студент правильно отвечает на вопросы по докладу - 1 балл.<br>В противном случае баллы не начисляются.   | зачет |
| 5 | 3 | Текущий контроль | Работа в малых группах                   | 15 | 4  | На 2 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; 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 |
| 6 | 3 | 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. | зачет |
| 7 | 3 | Проме-           | Опрос                                    | -  | 10 | Контрольное мероприятие промежуточной  | зачет |

|  |  |                     |  |  |   |  |
|--|--|---------------------|--|--|---|--|
|  |  | жуточная аттестация |  |  | аттестации проводится в виде устного опроса.<br>Студенту задается 5 вопросов по разным темам курса.<br>Правильный ответ на вопрос – 2 балла;<br>ответ на вопрос содержит незначительные ошибки – 1 балл;<br>неправильный ответ – 0 баллов.<br>Максимальный балл – 10. |  |
|--|--|---------------------|--|--|---|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| зачет                        | <p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.</p> <p>Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса.</p> <p>Студенту дается один час на подготовку.</p> | 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 |
| ОПК-2       | Знает: основные постановки экстремальных задач и задач управления   | +    | + | + |   | + |   | + |
| ОПК-2       | Умеет: редуцировать прикладных задачи к абстрактным и на основе общей теории исследовать прикладные задачи управления; анализировать и контекстно обрабатывать информацию из различных источников; применять основные методы теории оптимального управления   | +    | + |   |   | + | + | + |
| ОПК-2       | Имеет практический опыт: решения задач классическими вариационными методами, методами выпуклого анализа   | +    | + |   |   | + |   | + |
| ПК-1        | Знает: основные методы математического моделирования  |      |   | + |   | + |   | + |
| ПК-1        | Умеет: применять фундаментальные математические знания и творческие навыки 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 |      |   |   |   |   | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: представления знаний различных типов в проблемно-задачной форме  |      |   |   |   |   | + | + |

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; Челяб. гос. ун-т. - Челябинск: Челябинский государственный университет, 2003. - 179 с.

2. Алексеев, В. М. Оптимальное управление Учеб. пособие для мат. спец. вузов. - М.: Наука, 1979. - 429 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

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

2. Понтрягин, Л. С. Избранные научные труды Т. 2 Дифференциальные уравнения. Теория операторов. Оптимальное управление. Дифференциальные игры В 3-х т. Отв. ред. Р. В. Гамкрелидзе. - М.: Наука, 1988. - 575 с. ил.

3. Сейдж, Э. П. Оптимальное управление системами Пер. с англ. Е. Б. Левиной, Ю. С. Шинакова; Под ред. Б. Р. Левина. - М.: Радио и связь, 1982. - 392 с. ил.

*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. Вестник Московского университета. Серия 1, Математика. Механика

*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 | Аргучинцев, А.В. Оптимальное управление гиперболическими системами. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 168 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/48185">http://e.lanbook.com/book/48185</a>  |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ильин А.В., Емельянов С.В., Коровин С.К., Фомичев В.В. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. - М.: Физматлит, 2014. - 200 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/59700">https://e.lanbook.com/book/59700</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 |
|---------------------------------|-------------|--|
| Практические занятия и семинары | 708а<br>(1) | мультимедийная аудитория оборудованная компьютером, мультимедийным проектором, настольной видеокамерой и экраном                                 |
| Зачет                           | 708а<br>(1) | мультимедийная аудитория оборудованная компьютером, мультимедийным проектором, настольной видеокамерой и экраном                                 |