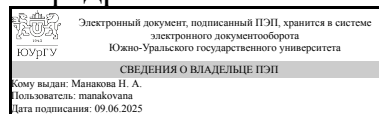


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Н. А. Манакова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.10.01 Численные методы решения задач математической физики**

**для направления 01.04.01 Математика**

**уровень Магистратура**

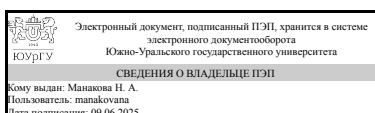
**магистерская программа Неклассические уравнения математической физики**

**форма обучения очная**

**кафедра-разработчик Уравнения математической физики**

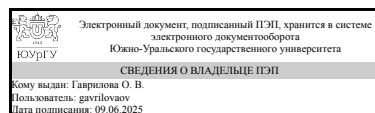
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 12

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



Н. А. Манакова

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



О. В. Гаврилова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Численные методы решения задач математической физики» 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 численных методов решения задач математической физики, описываемых системами с распределенными коэффициентами. Студент, освоивший программу дисциплины, готов решать следующие задачи: - численное исследование начально-краевых задач для классических и неклассических 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. Метод сеток. Метод Галеркина решения классических задач математической физики. Метод Галеркина решения начально-краевых задач для уравнений, неразрешенных относительно старшей производной.

## 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: численные методы и подходы решения неклассических задач математической физики для применения системного подхода и вырабатывания стратегии решения проблемы<br>Умеет: модифицировать изученные классические численные методы для решения неклассических задач математической физики на основе системного подхода<br>Имеет практический опыт: анализа изучаемых задач на основе системного подхода, вырабатывания стратегии полученных навыков в научно-исследовательских и научно-производственных работах |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Уравнения соболевского типа высокого порядка, Введение в теорию римановых многообразий, Начально-конечные задачи для уравнений соболевского типа, Уравнения соболевского типа на многообразиях |

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 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 2                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <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>                                        | 69,75       | 69,75                              |
| Решение индивидуальных заданий                                             | 21          | 21                                 |
| Самостоятельное изучение некоторых тем курса                               | 30,75       | 30,75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 18          | 18                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                               |
| 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                                                                                     | 6                                         | 0 | 6  | 0  |
| 2         | Метод сеток                                                                                                  | 10                                        | 0 | 10 | 0  |
| 3         | Метод Галеркина решения классических задач математической физики                                             | 10                                        | 0 | 10 | 0  |
| 4         | Метод Галеркина решения начально-краевых задач для уравнений, неразрешенных относительно старшей производной | 6                                         | 0 | 6  | 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 | Основные понятия теории уравнений математической физики                                                                          | 4     |
| 2 | 1 | Основные понятия и методы численных методов                                                                                      | 2     |
| 3 | 2 | Метод сеток решения уравнений эллиптического, гиперболического и параболического типов.                                          | 6     |
| 4 | 2 | Сходимость численного метода. Использование готовых пакетов прикладных программ для нахождения решений с помощью разностных схем | 4     |
| 5 | 3 | Метод Галеркина решения уравнений эллиптического, гиперболического и параболического типов. Задача Штурма-Лиувилля.              | 6     |
| 6 | 3 | Сходимость численного метода. Использование готовых пакетов прикладных программ                                                  | 4     |
| 7 | 4 | Метод Галеркина решения задачи Коши - Дирихле для линейных уравнений, неразрешенных относительно старшей производной             | 4     |
| 8 | 4 | Сходимость численного метода                                                                                                     | 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 |
| Решение индивидуальных заданий               | ЭУМД основная (п. 1)                                                       | 2       | 21           |
| Самостоятельное изучение некоторых тем курса | ПУМД основная (п. 1, стр. 498-601)                                         | 2       | 30,75        |
| Подготовка к зачету                          | ПУМД основная (п. 1), ЭУМД дополнительная (п. 2), ЭУМД основная (п. 1).    | 2       | 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    | 2        | Текущий контроль | Решение индивидуальных заданий    | 40  | 22         | Контрольная точка С служит для контроля самостоятельной работы студентов. Задание выдается студенту в начале семестра. Работа содержит 11 задач. Вариант определяется порядковым | зачет            |

|   |   |                  |                        |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|---|---|------------------|------------------------|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                        |    |    | <p>номером студента в журнале группы. Работа выполняется студентом самостоятельно вне аудитории и сдается студентом на последней неделе текущего семестра.</p> <p>Студент должен самостоятельно решить задачи, привести условие задачи, аккуратно оформить их подробное решение, привести в решении использованные свойства и формулы. Каждая задача оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом:</p> <p>2 балла – верные результаты работы программы для всех контрольных примеров преподавателя.;</p> <p>1 балл - неверный результат работы программы на одном из контрольных примеров преподавателя; 0 баллов – остальных случаях.</p>                                                                                                                                                                 |       |
| 2 | 2 | Текущий контроль | Работа в малых группах | 20 | 10 | <p>На 5 практических занятиях студентам предлагается разбиться на группы по 2 - 3 человека для решения типовых задач. Студенты проводят разбор решения и представляют его преподавателю. При оценке используется следующая шкала:</p> <p>2 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые выкладки;</p> <p>1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа;</p> <p>0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос.</p>                                                                                                                                                                                                                                                               | зачет |
| 3 | 2 | Текущий контроль | Контрольная работа     | 10 | 15 | <p>Контрольная работа ПК проводится на практическом занятии. Продолжительность – 1 академический час. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их решение на отдельном листочке.</p> <p>Работа содержит 3 задачи. Максимальный балл за решение задачи – 5 баллов.</p> <p>5 баллов – задача решена правильно, 4 балла – задача решена 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 решения, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не</p> | зачет |

|   |   |                          |                                           |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------------|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                           |    |    | повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения, 1 балл – в процессе решения задачи допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.                                                                                                                                                                      |       |
| 4 | 2 | Текущий контроль         | Активная познавательная деятельность      | 10 | 32 | На каждом из 16 практических занятий студент может получить 2 балла: студент задает дополнительные вопросы - 1 балл; студент правильно отвечает на вопросы преподавателя - 1 балл. В противном случае баллы не начисляются.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет |
| 5 | 2 | Текущий контроль         | Теоретическая контрольная работа          | 10 | 8  | Продолжительность теоретической контрольной работы – 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.                                                                                      | зачет |
| 6 | 2 | 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 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 | 2 | Промежуточная аттестация | Опрос                                     | -  | 10 | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в виде устного опроса. Студенту задается 5 вопросов по разным темам курса. Правильный ответ – 2 балла;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | зачет |

|  |  |  |  |  |  |                                                                                  |  |
|--|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  |  | ответ содержит незначительные ошибки - 1 балл;<br>неправильный ответ – 0 баллов. |  |
|--|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|

## 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. 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 по различным темам курса. Студенту дается один час на подготовку. | 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 |
| УК-1        | Знает: численные методы и подходы решения неклассических задач математической физики для применения системного подхода и вырабатывания стратегии решения проблемы                      | +    |   | + | + | + | + | + |
| УК-1        | Умеет: модифицировать изученные классические численные методы для решения неклассических задач математической физики на основе системного подхода                                      |      | + | + | + | + |   | + |
| УК-1        | Имеет практический опыт: анализа изучаемых задач на основе системного подхода, вырабатывания стратегии полученных навыков в научно-исследовательских и научно-производственных работах |      | + |   | + |   |   | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Бахвалов, Н. С. Численные методы Учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. - М.; СПб.: Физматлит: Невский диалект: Лаборатория Базовых знани, 2000. - 622 с.

#### б) дополнительная литература:

- Свиридюк, Г. А. Линейные уравнения соболевского типа [Текст : непосредственный] 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. 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

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
2. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -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 | 707<br>(1) | компьютерный класс                                                                                                                               |