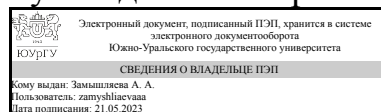


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



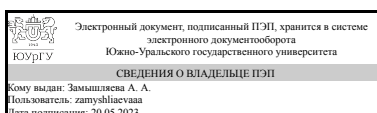
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.18 Численные методы  
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

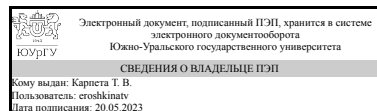
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

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



А. А. Замышляева

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



Т. В. Карпета

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Численные методы» является формирование у студентов достаточных теоретических знаний и практических навыков по использованию методов вычислительной математики в производственной деятельности, в том и числе, при их программной реализации на компьютерах; подготовка специалистов, для которых овладение средствами и методами в области численных методов является необходимым элементом профессиональной подготовки. Задачи курса: 1. Овладение компьютерными средствами универсального назначения, применяемыми для решения задач вычислительной математики и численных методов; 2. В процессе изучения данного курса студент должен усвоить основные теоретические и методические принципы решения базовых вычислительных задач и задач обработки данных, возникающих в современной вычислительной математике и научиться применять их на практике для выполнения типовых практических расчетов; 3. Приобретение студентом навыков исследования и разработки математических моделей, алгоритмов, методов и вычислительных программных модулей и инструментальных средств вычислительного эксперимента в рамках предметной области; 4. Приобретение базовых навыков подготовки научных и научно-технических работ, включающих теоретическое обоснование, документирование реализации и анализ результатов численного исследования предлагаемой задачи.

## Краткое содержание дисциплины

Численное интегрирование и дифференцирование. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения уравнений в частных производных.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности | Знает: классические численные методы решения задач вычислительной математики<br>Умеет: оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач<br>Имеет практический опыт: разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач вычислительной математики |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана           | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.16 Уравнения математической физики, ФД.07 Графическое моделирование | 1.О.12 Дискретная оптимизация               |

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

| Дисциплина                             | Требования  |
|--|---|
| 1.О.16 Уравнения математической физики | Знает: методы решений уравнений математической физики Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий Имеет практический опыт:   |
| ФД.07 Графическое моделирование        | Знает: основные виды графических моделей; методы геометрического моделирования Умеет: исследовать поведение графических систем сложных объектов и модифицировать под них графические модели Имеет практический опыт: проектирования программных систем, использующих решение геометрических задач |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 108         | 108                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 64          | 64                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 0           | 0                                  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 32          | 32                                 |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 37,5        | 37,5                               |  |
| подготовка к лабораторным работам №1-№10                                   | 10          | 10                                 |  |
| оформление отчетов к лабораторным работам №1-№10                           | 9,75        | 9.75                               |  |
| подготовка к дифференцированному зачету                                    | 17,75       | 17.75                              |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,5         | 6,5                                |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | диф.зачет                          |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                 | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--|---|----|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Численное интегрирование и дифференцирование                     | 22  | 12 | 0  | 10 |
| 2         | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | 32  | 12 | 0  | 20 |
| 3         | Численные методы решения уравнений в частных производных         | 10  | 8  | 0  | 2  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1-2      | 1         | Численное дифференцирование. Формулы второго порядка точности для вычисления первой производной в начальном, конечном и внутреннем узлах. Формула второго порядка точности для вычисления второй производной во внутренних узлах. Погрешность численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул. Улучшение аппроксимации.   | 4            |
| 3-4      | 1         | Вводные замечания о численном интегрировании. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Использование сплайнов и других интерполяционных формул. Погрешность квадратурных формул. Метод Рунге.   | 4            |
| 5-6      | 1         | Квадратурные формулы открытого и замкнутого типов. Квадратурная формула Гаусса - Лежандра открытого типа: общий вид, алгебраическая степень точности. Нули многочленов Лежандра и формула весовых коэффициентов. Другие типы квадратурных формул: формула Котеса, Чебышева. Рекомендации по применению квадратурных формул в вычислительных процессах. Вычисление несобственных интегралов. | 4            |
| 7-8      | 2         | Задача Коши для ДУ первого порядка. Сетки и сеточные решения. Метод Эйлера (первый порядок точности). Модификации метода Эйлера. Оценка погрешности. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Метод Адамса. Метод прогноза и коррекции. Повышение точности результатов.   | 4            |
| 9-10     | 2         | Решение задачи Коши для систем ОДУ и ДУ $m$ -порядка. Задача Коши для систем ДУ $I$ -порядка. Численных методах решения задачи Коши для систем ДУ первого порядка. Сведение задачи Коши для уравнения $m$ -ого порядка к задаче Коши для системы уравнений $I$ -ого порядка. Решение ДУ (задача Коши) с помощью MatLab.   | 4            |
| 11-12    | 2         | Численные методы решения краевых задач. Постановка задачи. Сведение линейной двухточечной краевой задачи к задаче Коши. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Метод стрельбы.   | 4            |
| 13-14    | 3         | Краевая задача для уравнений в частных производных. Метод прогонки. Решение смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Вывод и алгоритм для явной схемы. Вывод и алгоритм для неявной схемы.   | 4            |
| 15-16    | 3         | Определение аппроксимации, порядка аппроксимации. Явная схема для уравнения теплопроводности. Порядок точности. Замечание о выборе шага. Аппроксимация схемы Кранка-Николсона для уравнения теплопроводности. Разностная схема для уравнений Лапласа и Пуассона. Метод Зейделя.   | 4            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул. Улучшение аппроксимации. | 2            |
| 2         | 1         | Численные решения интегралов. Методы прямоугольников и трапеций.   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | Метод Симпсона. Подсчет погрешности методом Рунге.  |   |
| 3  | 1 | Вычисление интеграла по формуле Гаусса  | 2 |
| 4  | 1 | Вычисление несобственных интегралов   | 4 |
| 5  | 2 | Приближённое решение ОДУ первого порядка методом Эйлера.  | 4 |
| 6  | 2 | Метод Рунге-Кутты 4-го порядка  | 4 |
| 7  | 2 | Решение системы дифференциальных уравнений в пакете Matlab  | 4 |
| 8  | 2 | Метод прогонки для решения краевой задачи   | 4 |
| 9  | 2 | Метод пристрелки для решения первой краевой задачи  | 4 |
| 10 | 3 | Решение смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Явная схема. Неявная схема. | 2 |

#### 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 лабораторным работам №1-№10         | "ПУМД, осн. лит., 1, гл. 3, 6-8"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 5"; "ЭУМД, 2, гл. 6, 8, "; "ЭУМД, 3"; "ЭУМД, 1, гл. 2-4, ";  | 6       | 10           |
| оформление отчетов к лабораторным работам №1-№10 | "ПУМД, осн. лит., 1, гл. 3, 6-8"; "ЭУМД, 2, гл. 4, "; "ЭУМД, 3"; "ЭУМД, 1, гл.1-3 ";  | 6       | 9,75         |
| подготовка к дифференцированному зачету          | "ПУМД, осн. лит., 1, гл. 1-3, 5"; "ПУМД, метод. указ., 1"; "ПУМД, осн. лит., 2, гл. 1, 5"; "ЭУМД, 1, гл. 2-4"; "ЭУМД, 2, гл. 1, 3-5"; "ЭУМД, 1, гл. 3, 4"; "ЭУМД, 3, гл. 1-3" | 6       | 17,75        |

#### 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   | Учи-тыва-ется в ПА       |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|--------------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль | Лабораторная работа №1            | 1   | 3          | 3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                        |   |   |   |                          |
|---|---|------------------|------------------------|---|---|---|--------------------------|
|   |   |                  |                        |   |   | вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.   |                          |
| 2 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №2 | 1 | 3 | 3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает. | дифференцированный зачет |
| 3 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №3 | 1 | 3 | 3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм  | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                        |   |   |   |                          |
|---|---|------------------|------------------------|---|---|---|--------------------------|
|   |   |                  |                        |   |   | составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.  |                          |
| 4 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №4 | 1 | 3 | 3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает. | дифференцированный зачет |
| 5 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №5 | 1 | 3 | 3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не           | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                        |   |   |  |                          |
|---|---|------------------|------------------------|---|---|--|--------------------------|
|   |   |                  |                        |   |   | работает.  |                          |
| 6 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №6 | 1 | 3 | <p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.</p> <p>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.</p> <p>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.</p> <p>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p> | дифференцированный зачет |
| 7 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №7 | 1 | 3 | <p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.</p> <p>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.</p> <p>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.</p> <p>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p> | дифференцированный зачет |
| 8 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №8 | 1 | 3 | <p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы.</p>   | дифференцированный зачет |



|    |   |                  |                         |   |   |   |                          |
|----|---|------------------|-------------------------|---|---|---|--------------------------|
|    |   |                  |                         |   |   | <p>Программа работает правильно и корректно.<br/>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы.<br/>Программа работает правильно и корректно.<br/>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br/>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p>   |                          |
| 9  | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №9  | 1 | 3 | <p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы.<br/>Программа работает правильно и корректно.<br/>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы.<br/>Программа работает правильно и корректно.<br/>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br/>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.</p> | дифференцированный зачет |
| 10 | 6 | Текущий контроль | Лабораторная работа №10 | 1 | 3 | <p>3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы.<br/>Программа работает правильно и корректно.<br/>2 балла: Студент отвечает с затруднениями на</p>   | дифференцированный зачет |

|    |   |                          |                          |   |   |  |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|---|---|--|--------------------------|
|    |   |                          |                          |   |   | теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.<br>1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.<br>0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.  |                          |
| 11 | 6 | Промежуточная аттестация | дифференцированный зачет | - | 4 | 4 балла получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные билетом для зачета и свободно отвечающий на дополнительные вопросы<br>3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в билете для зачета задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями<br>2 балла получает студент, допустивший погрешности в ответе на зачете и при выполнении заданий билета, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;<br>1 балл ставится | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных билетом заданий. 0 баллов ставится студенту, который не смог выполнить ни одно задание в билете для зачета. |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| дифференцированный зачет     | Рейтинг обучающегося по дисциплине формируется по результатам текущего контроля. Контрольное мероприятие дифференцированный зачет проводится в очной форме и не является обязательным, однако студент может прийти на зачет и повысить свой рейтинг. Студенту на зачете выдаётся билет. Дается 90 минут для подготовки к ответу. Проводится собеседование по выданным вопросам. | 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 | 10 | 11 |   |   |
| ОПК-3       | Знает: классические численные методы решения задач вычислительной математики  | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | + | + |
| ОПК-3       | Умеет: оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач                | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | + | + |
| ОПК-3       | Имеет практический опыт: разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач вычислительной математики |      |   |   | + | + | + | + | + | + | +  | +  | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 7-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 636 с. ил.

2. Волков, Е. А. Численные методы [Текст] учебное пособие Е. А. Волков. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 248 с. ил.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Численные методы. Примеры и задачи. Учебно-методическое пособие.

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

1. Численные методы. Примеры и задачи. Учебно-методическое пособие.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы   | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|--|---|---|
| 1 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Амосов, А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/42190">http://e.lanbook.com/book/42190</a> — Загл. с экрана.       |
| 2 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 328 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/71713">http://e.lanbook.com/book/71713</a> — Загл. с экрана. |
| 3 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Амос, Г. MATLAB. Теория и практика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2016. — 416 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/82814">http://e.lanbook.com/book/82814</a> — Загл. с экрана.   |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для |
|-------------|--------|--|
|             |        |  |

|                      |             |                                     |
|----------------------|-------------|-------------------------------------|
|                      |             | различных видов занятий             |
| Лекции               | 336<br>(3б) | компьютер, программное обеспечение  |
| Лабораторные занятия | 327<br>(3б) | компьютеры, программное обеспечение |