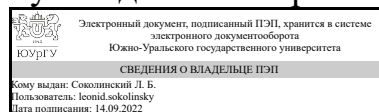


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



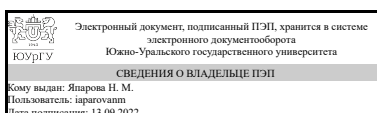
Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.17 Вычислительные методы  
для направления 09.03.04 Программная инженерия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математическое обеспечение информационных технологий

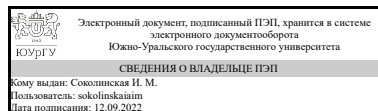
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.техн.н., доц.



Н. М. Япарова

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



И. М. Соколинская

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель данного курса – овладение классическими методами и алгоритмами решения математических задач с помощью вычислительной техники; изучение вопросов построения, исследования и применения численных методов решения различных прикладных задач. Задачи курса: приобретение студентами прочных знаний в области, определяемой основной целью дисциплины, практических навыков исследования методов на предмет применения их к конкретной вычислительной задаче, овладение навыками вычислений с использованием вычислительной техники в рамках изучаемых методов вычислительной математики. В результате изучения дисциплины студенты должны иметь представление об основных численных методах, используемых для описания важнейших математических моделей и уметь применять их на практике.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются элементы теории погрешностей, понятия переполнения и потери значимости, плохой обусловленности, численные методы решения систем линейных уравнений, численные методы оптимизации, линейный метод наименьших квадратов, методы интерполирования и приближения функций, методы решения нелинейных уравнений и систем, численное интегрирование, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | Знает: классические методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, основные способы интерполирования функций, основные формулы приближенного вычисления интегралов, основные формулы численного дифференцирования, классические методы решения нелинейных уравнений и систем, основные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка в различных пространствах<br>Умеет: находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов<br>Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана     | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.07.01 Алгебра и геометрия,<br>1.О.07.02 Математический анализ | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                      | Требования   |
|---------------------------------|--|
| 1.О.07.01 Алгебра и геометрия   | Знает: теоретические основы линейной и векторной алгебры и аналитической геометрии; геометрический и физический смысл основных понятий алгебры и геометрии; простейшие приложения алгебры и геометрии в профессиональных дисциплинах Умеет: использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания дисциплины; применять на практике знание дисциплины и проявлять высокую степень понимания; переводить на математический язык простейшие проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; приобретать новые математические знания, используя образовательные информационные технологии Имеет практический опыт: использования основных методов линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью; навыками анализа учебной и научной математической литературы |
| 1.О.07.02 Математический анализ | Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания   |

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|---|-------------|------------------------------------|--|
|   |             | Номер семестра                     |  |
|   |             | 4                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 144         | 144                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>  | 64          | 64                                 |  |
| Лекции (Л)  | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                      | 32          | 32                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>   | 69,5        | 69,5                               |  |
| Изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия. Подготовка к зачету по дисциплине. | 39,5        | 39,5                               |  |
| Решение практических задач с использованием учебно-методического пособия                        | 30          | 30                                 |  |
| Консультации и промежуточная аттестация   | 10,5        | 10,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)  | -           | экзамен                            |  |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|---|---|----|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Элементы теории погрешностей. Погрешность математических операций. Переполнение и потеря значимости | 4   | 2  | 2  | 0  |
| 2         | Численное решение систем линейных алгебраических уравнений  | 16  | 8  | 8  | 0  |
| 3         | Численные методы оптимизации  | 24  | 12 | 12 | 0  |
| 4         | Интерполирование и приближение функций  | 4   | 2  | 2  | 0  |
| 5         | Численные методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений                         | 8   | 4  | 4  | 0  |
| 6         | Численное интегрирование  | 4   | 2  | 2  | 0  |
| 7         | Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений                              | 4   | 2  | 2  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Переополнение и потеря значимости. Фундаментальная сложность выполнения непрерывных математических операций. Погрешность решения. Разновидности численных ошибок. Ошибки округления. Потеря значимости. Переополнение. Примеры. Приемы стабилизации вычислений. Понятие вычислительной устойчивости. | 2            |
| 2        | 2         | Прямые методы решения линейных систем. Метод Гаусса и треугольное разложение матрицы. Прямой ход, обратный ход, оценка количества  | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | действий. LU-разложение матрицы. Вычисление определителя матрицы. Метод квадратного корня (метод Холецкого). Вычисление обратной матрицы. Задачи, приводящие к решению систем линейных уравнений.   |   |
| 3  | 2 | Ленточные методы. Системы с трехдиагональной матрицей. Ленточные матрицы. Запись системы с трехдиагональной матрицей в виде системы «трехточечных» уравнений. Метод прогонки. Прямой, обратный ход. Устойчивость метода прогонки.   | 2 |
| 4  | 2 | Устойчивость вычислительных алгоритмов. Число обусловленности матрицы. Плохая обусловленность. Примеры плохо обусловленных систем. Возмущение матрицы коэффициентов. Арифметика с плавающей точкой. Машинный эпсилон. Хорошо обусловленные системы, примеры. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Контрольная точка T1.  | 2 |
| 5  | 2 | Итерационные методы решения линейных систем. Одношаговые итерационные методы. Канонический вид одношагового итерационного метода. Сходимость. Метод Якоби. Метод простой итерации. Сходимость при диагональном преобладании. Скорость сходимости. Метод Зейделя.  | 2 |
| 6  | 3 | Методы оптимизации. Постановка задачи, целевая функция. Алгоритмы оптимизации первого порядка. Оптимизация градиентным методом. Градиентный спуск. Критические точки. Локальный минимум, локальный максимум, седловая точка, глобальный минимум. Градиент, производная по направлению. Метод наискорейшего спуска. Скорость обучения, линейный поиск. Геометрическая интерпретация метода.  | 2 |
| 7  | 3 | Матрица Якоби, якобиан. Вторая производная, положительная и отрицательная кривизна. Вторая производная функции нескольких переменных. Матрица Гессе, гессиан. Матрица Гессе как якобиан градиента. Симметричность матрицы Гессе. Алгоритмы оптимизации второго порядка. Оптимальная величина шага. Собственные значения матрицы Гессе и масштаб скорости обучения. Многомерный случай. Положительно (отрицательно) определенная матрица Гессе и локальный минимум (максимум). Число обусловленности матрицы Гессе для метода градиентного спуска. Выпуклая оптимизация. Контрольная точка T2. | 2 |
| 8  | 3 | Оптимизация с ограничениями. Допустимые точки. Метод градиентного спуска для задачи оптимизации с ограничениями. Метод Каруша-Куна-Таккера. Обобщенная функция Лагранжа. Сведение задачи минимизации с ограничениями к задаче оптимизации без ограничений. Условия Каруша-Куна-Таккера (необходимые условия оптимальности точки).   | 2 |
| 9  | 3 | Линейный метод наименьших квадратов. Решение с помощью специализированных алгоритмов линейной алгебры. Решение с помощью методов градиентной оптимизации. Сведение к задаче без ограничений с наименьшей нормой.  | 2 |
| 10 | 3 | Метод сопряженных градиентов. Построение метода. Оценка скорости сходимости метода. Выбор итерационных параметров. Метод сопряженных градиентов с предобуславливателем. Оценка погрешности. Неполное разложение разреженных матриц.   | 2 |
| 11 | 3 | Метод Монте-Карло. Применение метода Монте-Карло для решения задачи оптимизации на основе алгоритма имитации отжига.  | 2 |
| 12 | 4 | Интерполирование алгебраическими многочленами. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполирования. Остаточный член интерполирования. Конечные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Оптимальный выбор узлов интерполирования. Контрольная точка T3.  | 2 |
| 13 | 5 | Итерационные методы решения нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации решения нелинейного уравнения. Сходимость метода простой итерации. Метод Ньютона решения нелинейного   | 2 |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
|    |   | уравнения. Сходимость метода Ньютона. Модификации метода Ньютона. Метод секущих. Метод парабол.  |   |
| 14 | 5 | Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений, его сходимость. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений. Контрольная точка Т4.  | 2 |
| 15 | 6 | Численное интегрирование. Постановка задачи. Классификация методов численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона–Котеса. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования. Остаточный член численного интегрирования. | 2 |
| 16 | 7 | Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.  | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 1         | Понятие погрешности. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа. Округление числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы, разности, произведения и частного. Разновидности ошибок округления. Переполнение и потеря значимости.  | 2            |
| 2         | 2         | Метод Гаусса. Вычисление определителя матрицы. Вычисление обратной матрицы. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод квадратного корня.  | 2            |
| 3         | 2         | Число обусловленности матрицы. Плохо обусловленные системы. Хорошо обусловленные системы. Число обусловленности и погрешность исходных данных. Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцу и строке. Контрольная точка Л1.  | 2            |
| 4         | 2         | Ленточные методы. Метод правой прогонки. Прямой, обратный ход метода прогонки. Устойчивость метода прогонки. Метод левой прогонки.  | 2            |
| 5         | 2         | Итерационные методы решения линейных систем. Метод Якоби. Метод простой итерации. Проверка условия сходимости. Метод Зейделя. Контрольная точка Л2.   | 2            |
| 6         | 3         | Методы оптимизации. Градиентный спуск. Критические точки. Локальный минимум, локальный максимум, седловая точка, глобальный минимум. Градиент, производная по направлению. Метод наискорейшего спуска.  | 2            |
| 7,8       | 3         | Матрица Якоби, якобиан. Вторая производная, положительная и отрицательная кривизна. Вторая производная функции нескольких переменных. Матрица Гессе, гессиан. Алгоритмы оптимизации второго порядка. Масштаб скорости обучения через собственные значения матрицы Гессе. Вычисление локального минимума с помощью матрицы Гессе. Число обусловленности матрицы Гессе для метода градиентного спуска. Метод Ньютона. | 4            |
| 9         | 3         | Оптимизация с ограничениями. Метод Каруша-Куна-Таккера. Обобщенная функция Лагранжа. Необходимые условия оптимальности точки. Сведение задачи минимизации с ограничениями к задаче оптимизации без ограничений.   | 2            |
| 10        | 3         | Линейный метод наименьших квадратов. Решение с помощью алгоритмов линейной алгебры. Решение с помощью градиентной оптимизации.  | 2            |
| 11        | 3         | Метод сопряженных градиентов. Построение метода. Выбор итерационных параметров. Оценка погрешности. Контрольная точка Л3.   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 12 | 4 | Интерполирование алгебраическими многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Остаточный член формулы Лагранжа. Конечные разности. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Остаточный член формулы Ньютона. Контрольная точка Л4. | 2 |
| 13 | 5 | Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации решения нелинейного уравнения. Проверка условий сходимости метода. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения. Условие сходимости (теорема Канторовича). Метод секущих.                    | 2 |
| 14 | 5 | Метод простой итерации решения систем нелинейных уравнений. Условия сходимости. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений. Контрольная точка Л5.  | 2 |
| 15 | 6 | Методы численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона–Котеса. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Остаточный член. Правило Рунге. Вычисление интегралов с заданной точностью. Контрольная точка Л6.                       | 2 |
| 16 | 7 | Метод Рунге-Кутты четвертого порядка решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.   | 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 |
| Изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия. Подготовка к зачету по дисциплине. | Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1623-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/168619">https://e.lanbook.com/book/168619</a> | 4       | 39,5         |
| Решение практических задач с использованием учебно-методического пособия                        | Копченова Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н.В. Копченова, И.А. Марон. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 368 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/171859">http://e.lanbook.com/book/171859</a>  | 4       | 30           |

## 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-<br>местр | Вид<br>контроля     | Название<br>контрольного<br>мероприятия | Вес | Макс.<br>балл | Порядок начисления баллов   | Учи-<br>тыва-<br>ется в<br>ПА |
|------|--------------|---------------------|---|-----|---------------|---|-------------------------------|
| 1    | 4            | Текущий<br>контроль | Контрольная<br>точка Л1                 | 1   | 8             | Контрольная точка Л1 проводится по теме «Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: метод Гаусса, вычисление определителей. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, задачи не решены.                | экзамен                       |
| 2    | 4            | Текущий<br>контроль | Контрольная<br>точка Л2                 | 1   | 8             | Контрольная точка Л2 проводится по теме «Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: метод простой итерации решения СЛАУ, метод Зейделя, проверка условия сходимости. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых | экзамен                       |



|   |   |                  |                      |   |   |   |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|---|---------|
|   |   |                  |                      |   |   | компетенций, задачи не решены.  |         |
| 3 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Л3 | 1 | 8 | Контрольная точка Л3 проводится по теме «Численные методы оптимизации». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов, матрицы Якоби и Гессе, линейный метод наименьших квадратов. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, задачи не решены.       | экзамен |
| 4 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Л4 | 1 | 8 | Контрольная точка Л4 проводится по теме «Интерполирование алгебраическими многочленами». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: интерполяционный многочлен Лагранжа, интерполяционный многочлен Ньютона, остаточный член интерполирования. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, задачи не решены. | экзамен |
| 5 | 4 | Текущий          | Контрольная          | 1 | 8 | Контрольная точка Л5 проводится по теме   | экзамен |

|   |   |                  |                      |   |   |  |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|--|---------|
|   |   | контроль         | точка Л5             |   |   | <p>«Численное решение нелинейных уравнений и систем». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: метод простой итерации решения нелинейного уравнения, сходимость, метод Ньютона, метод секущих, методы итераций и Ньютона для нелинейных систем. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, задачи не решены.</p> |         |
| 6 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Л6 | 1 | 8 | <p>Контрольная точка Л6 проводится по теме «Численное интегрирование». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, остаточный член интегрирования. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 8 баллов. Критерии оценивания: 8-7 баллов - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены все задачи, получены правильные ответы; 6-5 баллов - средний уровень освоения проверяемых компетенций, полностью решены только две задачи, остальные решены частично; 4-3 баллов - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, решена одна задача, допускаются незначительные погрешности; 2-1 балла - низкий уровень освоения проверяемых компетенций, даны только начальные этапы решения задач, 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, задачи не решены.</p>                                       | экзамен |
| 7 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Т1 | 1 | 3 | <p>Контрольная точка Т1 проводится по теме «Методы решения систем линейных алгебраических уравнений».</p>  | экзамен |

|   |   |                  |                      |   |   |  |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|--|---------|
|   |   |                  |                      |   |   | <p>Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: плохая обусловленность систем, итерационные методы решения СЛАУ, условия сходимости. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 3 балла. Критерии оценивания: 3 балла - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью выписаны ответы на все вопросы; 2 балла - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, полностью даны ответы только на два вопроса, остальные решены частично; 1 балл - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, правильно выписан один вопрос, допускаются незначительные погрешности; 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, ответы на вопросы не даны.</p>   |         |
| 8 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Т2 | 1 | 3 | <p>Контрольная точка Т2 проводится по теме «Численные методы оптимизации». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: понятие градиента, метод наискорейшего спуска, якобиан, матрица Гессе. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 3 балла. Критерии оценивания: 3 балла - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью выписаны ответы на все вопросы; 2 балла - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, полностью даны ответы только на два вопроса, остальные решены частично; 1 балл - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, правильно выписан один вопрос, допускаются незначительные погрешности; 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, ответы на вопросы не даны.</p> | экзамен |
| 9 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Т3 | 1 | 3 | <p>Контрольная точка Т3 проводится по теме «Методы интерполирования». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: формула Лагранжа, формула Ньютона. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 3 балла. Критерии оценивания: 3 балла - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью выписаны ответы</p>  | экзамен |

|    |   |                          |                      |   |    |   |         |
|----|---|--------------------------|----------------------|---|----|---|---------|
|    |   |                          |                      |   |    | на все вопросы; 2 балла - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, полностью даны ответы только на два вопроса, остальные решены частично; 1 балл - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, правильно выписан один вопрос, допускаются незначительные погрешности; 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, ответы на вопросы не даны.   |         |
| 10 | 4 | Текущий контроль         | Контрольная точка Т4 | 1 | 3  | Контрольная точка Т4 проводится по теме «Методы решения нелинейных уравнений». Продолжительность – 1 академический час. Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время. Основные проверяемые темы: итерационные методы решения нелинейных уравнений, условия сходимости. Максимальный суммарный балл за контрольную точку – 3 балла. Критерии оценивания: 3 балла - высокий уровень освоения проверяемых компетенций, полностью выписаны ответы на все вопросы; 2 балла - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, полностью даны ответы только на два вопроса, остальные решены частично; 1 балл - базовый уровень освоения проверяемых компетенций, правильно выписан один вопрос, допускаются незначительные погрешности; 0 баллов - недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций, ответы на вопросы не даны. | экзамен |
| 11 | 4 | Промежуточная аттестация | Экзамен              | - | 40 | Экзамен проводится по окончании семестра. Суммарный балл каждого экзамена оценивается 40 баллами. Экзамен состоит из 5 вопросов. Форма проведения экзамена – письменная. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 8 баллов. При оценке каждого вопроса используется шкала оценки: 8 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 7 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 90%), ошибок в ответе нет; 6 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), ошибок в ответе нет; 5 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), 1-2 негрубые ошибки; 4 балла – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), присутствуют грубые ошибки (не более двух); 3 балла – вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются существенные недостатки по полноте и содержанию ответа; 2 балла –                            | экзамен |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | ответ не является логически законченным и обоснованным, поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала; 1 балл – в ответе приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; 0 баллов – отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом. |
|--|--|--|--|--|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | <p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде письменного экзамена. Суммарный балл каждого экзамена оценивается 40 баллами. Экзамен состоит из 5 вопросов. Форма проведения экзамена – письменная. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 8 баллов. При оценке каждого вопроса используется шкала оценки: 8 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 7 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 90%), ошибок в ответе нет; 6 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), ошибок в ответе нет; 5 баллов – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), 1-2 негрубые ошибки; 4 балла – вопрос раскрыт не полностью (не менее 80%), присутствуют грубые ошибки (не более двух); 3 балла – вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются существенные недостатки по полноте и содержанию ответа; 2 балла – ответ не является логически законченным и обоснованным, поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала; 1 балл – в ответе приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; 0 баллов – отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день экзамена при</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 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ОПК-1       | Знает: классические методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, основные способы интерполирования функций, основные формулы приближенного вычисления интегралов, основные формулы численного дифференцирования, классические методы решения нелинейных уравнений и систем, основные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка в различных пространствах | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |
| ОПК-1       | Умеет: находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов   | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    |
| ОПК-1       | Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий  | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    |

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 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.
2. Волков, Е. А. Численные методы [Текст] учебное пособие Е. А. Волков. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 248 с. ил.
3. Самарский, А. А. Численные методы Учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика". - М.: Наука, 1989. - 430 с. ил.

##### б) дополнительная литература:

1. Боглаев, Ю. П. Вычислительная математика и программирование Учеб. пособие для втузов. - М.: Высшая школа, 1990. - 543 с. ил.
2. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности [Текст] учебник для вузов по направлениям ВПО 010400 "Приклад. математика и информатика" и 010300 "Фундаментал. информатика и информационные технологии" В. В. Воеводин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 166 с. ил. 21 см

3. Плотникова, Н. В. Вычислительная математика Конспект лекций Н. В. Плотникова, И. В. Чернецкая; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы управления ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 55, [1] с. электрон. версия

4. Самарский, А. А. Задачи и упражнения по численным методам [Текст] А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская ; Рос. акад. наук, Ин-т мат. моделирования, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., стер. - М.: УРСС: КомКнига, 2007. - 207 с.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Панюкова Т.А. Численные методы: Учебное пособие. - М.:Книжный дом "Либроком", 2010.-224 с

2. Методические указания\_Вычислительные методы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Панюкова Т.А. Численные методы: Учебное пособие. - М.:Книжный дом "Либроком", 2010.-224 с

2. Методические указания\_Вычислительные методы

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Амосов, А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / 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> |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/54">http://e.lanbook.com/book/54</a>   |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/255">http://e.lanbook.com/book/255</a>   |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/378">http://e.lanbook.com/book/378</a>  |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--|
| Лекции                          | 434<br>(36) | Аудитории для проведения занятий должны быть оборудованы мультимедийным проектором   |
| Практические занятия и семинары | 276<br>(3)  | Аудитории для проведения практических занятий должны быть оборудованы беспроводными точками доступа Wi-Fi и электрическими розетками             |