

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»**

**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ»**

Специальность

27.05.01 Специальные организационно-технические системы

Специализация

Информационные технологии и программное обеспечение в специальных  
организационно-технических системах

Квалификация (степень) выпускника — инженер-системотехник

Форма обучения — очная, очно-заочная

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур проверки), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части ОПОП.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и владений, приобретенных обучающимся в процессе изучения дисциплины, целям и требованиям ОПОП в ходе проведения промежуточной аттестации.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется путем проведения экзамена. Форма проведения экзамена – тестирование, письменный опрос по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий. При необходимости, проводится теоретическая беседа с обучаемым для уточнения оценки. Выполнение заданий на лабораторных и практических занятиях в течение семестра и заданий на самостоятельную работу является обязательным условием для допуска к экзамену.

## 2. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)  | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| Тема 1. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1                        | Экзамен                          |
| Тема 2. Теоретические основы численных методов.                    | УК-1.1, УК-1.2                                | Экзамен                          |
| Тема 3. Численные методы линейной алгебры.                         | УК-1.1, УК-1.2                                | Экзамен                          |
| Тема 4. Решение нелинейных уравнений и систем.                     | УК-1.1, УК-1.2                                | Экзамен                          |
| Тема 5. Нечёткая логика.                                           | ПК-1.1                                        | Экзамен                          |
| Тема 6. Управление данными.                                        | ПК-1.1                                        | Экзамен                          |
| Тема 7. Интеллектуальные аналитические модели.                     | УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1                        | Экзамен                          |

## 3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- 1) пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- 2) продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- 3) эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

### *Описание критериев и шкалы оценивания промежуточной аттестации*

*а) описание критериев и шкалы оценивания тестирования:*

За каждый тестовый вопрос назначается максимально 1 балл в соответствии со следующим правилом:

- 1 балл – ответ на тестовый вопрос полностью правильный;
- 0,5 балла – отчет на тестовый вопрос частично правильный (выбраны не все правильные варианты, указаны частично верные варианты);
- 0 баллов – ответ на тестовый вопрос полностью не верный.

б) описание критериев и шкалы оценивания ответа на практический вопрос:

| Шкала оценивания                 | Критерий                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 балла<br>(эталонный уровень)   | выставляется студенту, который дал полный ответ на вопрос, показал глубокие систематизированные знания, смог привести примеры, ответил на дополнительные вопросы преподавателя |
| 2 балла<br>(продвинутый уровень) | выставляется студенту, который дал полный ответ на вопрос, но на некоторые дополнительные вопросы преподавателя ответил только с помощью наводящих вопросов                    |
| 1 балл<br>(пороговый уровень)    | выставляется студенту, который дал неполный ответ на вопрос в билете и смог ответить на дополнительные вопросы только с помощью преподавателя                                  |
| 0 баллов                         | выставляется студенту, который не смог ответить на вопрос                                                                                                                      |

в) описание критериев и шкалы оценивания решения практического задания:

| Шкала оценивания                 | Критерий                                                                                               |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 баллов<br>(эталонный уровень)  | Задание выполнено верно, полностью самостоятельно, без дополнительных наводящих вопросов преподавателя |
| 2 балла<br>(продвинутый уровень) | Задание выполнено верно, но имеются технические неточности                                             |
| 1 балл<br>(пороговый уровень)    | Задание выполнено верно, с дополнительными наводящими вопросами преподавателя                          |
| 0 баллов                         | Задание не выполнено                                                                                   |

На промежуточную аттестацию (экзамен) выносятся 15 тестовых вопросов, два теоретических вопроса и одно практическое задание. Максимально студент может набрать 24 балла. Итоговый суммарный балл студента, полученный при прохождении промежуточной аттестации, переводится в традиционную форму по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, который набрал в сумме 24 балла (выполнил все задания на эталонном уровне). Обязательным условием является выполнение всех предусмотренных в течение семестра практических заданий и лабораторных работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, который набрал в сумме от 18 до 24 баллов при условии выполнения всех заданий на уровне не ниже продвинутого. Обязательным условием является выполнение всех предусмотренных в течение семестра практических заданий и лабораторных работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, который набрал в сумме от 10 до 17 баллов при условии выполнения всех заданий на уровне не ниже порогового. Обязательным условием является выполнение всех предусмотренных в течение семестра практических заданий и лабораторных работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, который набрал в сумме менее 10 баллов или не выполнил всех предусмотренных в течение семестра практических заданий и лабораторных работ.

#### 4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

##### 4.1. Промежуточная аттестация

| Коды компетенций | Результаты освоения ОПОП<br>Содержание компетенций                                                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1             | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| УК-1.1           | Систематизирует и обобщает информацию, владеет методами установления                                                       |

|        |                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | причинно-следственных связей                                                                                                             |
| УК-1.2 | Критически анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, структурирует ее на отдельные задачи |

***а) типовые тестовые вопросы:***

**Вопрос 1.** Укажите составляющие погрешности результата решения инженерной задачи на ЭВМ, обусловленные использованием экспериментальных исходных данных и приближенных алгоритмов решения задачи. Ответы:

- +1. Неустраняемая погрешность.
- 2. Вычислительная погрешность.
- +3. Погрешность метода.

**Вопрос 2.** Укажите составляющие погрешности результата решения инженерной задачи, обусловленные использованием ЭВМ. Ответы:

- 1. Неустраняемая погрешность.
- 2. Погрешность метода.
- +3. Вычислительная погрешность.

**Вопрос 3.** На какую из составляющих погрешности результата решения инженерной задачи на ЭВМ влияет округление вещественных чисел при выполнении операций ввода-вывода? Ответы:

- 1. Неустраняемая погрешность.
- +2. Вычислительная погрешность.
- 3. Погрешность метода.

**Вопрос 4.** Как называется разность между точным числом  $X$  и его приближением  $x$ ? Ответы:

- +1. Ошибка приближенного числа  $x$ .
- 2. Абсолютная погрешность приближенного числа  $x$ .
- 3. Погрешность точного числа  $x$ .

**Вопрос 5.** Какие виды погрешностей характеризуют приближенное число, если соответствующее точное число неизвестно? Ответы:

- 1. Абсолютная погрешность.
- +2. Предельная абсолютная погрешность.
- 3. Относительная погрешность.
- +4. Предельная относительная погрешность.

**Вопрос 6.** Пусть точное число  $X=1/3$  представлено его приближением  $x=0,33$ . Введите значение относительной погрешности числа  $x$ .

Ответ: 0,01

**Вопрос 7.** Чем определяется относительная ошибка приближенного числа? Ответы:

- 1. Количеством значащих цифр мантиисы.
- +2. Количеством верных цифр мантиисы.
- 3. Количеством значащих цифр числа.
- 4. Количеством верных цифр числа.

**Вопрос 8.** Сколько значащих цифр имеет число  $1,5730 \times 10^5$ ?

Ответ: 6

**Вопрос 9.** Введите результат округления числа 17,03755 до пяти значащих цифр.

Ответ: 17,038

**Вопрос 10.** Чем определяется погрешность результата при округлении приближенного числа? Ответы:

- 1. Погрешностью округления.
- 2. Погрешностью исходного числа.

- +3. Суммой погрешностей исходного числа и округления.
- 4. Наибольшим значением из погрешностей исходного числа и округления.

**Вопрос 11.** Метод нечеткого обучающегося автомата заключается в:

- +1. Изменении нечеткой матрицы переходов.
- 2. Настройке множества нечетких состояний автомата.
- 3. Порождении новых состояний и переходов.

**Вопрос 12.** При инициализации работы нечеткого обучающегося автомата считается, что априорная информация существует, если:

- + 1. Состояние автомата в нулевой момент времени больше нуля.
- 2. Состояние автомата в нулевой момент времени равно нулю.
- 3. Состояние автомата в нулевой момент времени принимает некоторые лингвистические значения.

**Вопрос 13.** При инициализации работы нечеткого обучающегося автомата считается, что априорная информация существует, если:

- 1. Состояние автомата в нулевой момент времени больше нуля.
- + 2. Состояние автомата в нулевой момент времени равно нулю.
- 3. Состояние автомата в нулевой момент времени принимает некоторые лингвистические значения.

**Вопрос 14.** Зависит ли сходимость нечеткой матрицы переходов от корректности выбора начального состояния нечеткого автомата?

- 1. Да.
- + 2. Нет.
- 3. В зависимости от задачи.

**б) типовые практические задания:**

**Задание 1.** Разработать алгоритм реализации прямого хода метода Гаусса с выбором главного элемента путем преобразования расширенной матрицы коэффициентов

$$A' = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & a_{1,n+1} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & a_{2,n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & a_{n,n+1} \end{bmatrix}$$

по следующим формулам. На  $k$ -м шаге, где  $k = 1, 2, \dots, n-1$ , сначала вычисляются элементы  $k$ -й строки:

$$C_{kj} = a_{kj}^{(k-1)} / a_{kk}^{(k-1)} \quad (j = k+1, k+2, \dots, n+1),$$

а затем определяются элементы всех строк, которые расположены ниже  $k$ -й строки:

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} - a_{ik}^{(k-1)} C_{kj} \quad (i = k+1, k+2, \dots, n; j = k+1, k+2, \dots, n+1).$$

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 2.** Разработать алгоритм вычисления определителя

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

методом Гаусса. Использовать формулу  $D = (-1)^s a_{11}^{(1)} a_{22}^{(2)} \dots a_{nn}^{(n-1)}$ , где  $a_{kk}^{(k-1)}$  - главные элементы прямого хода метода Гаусса ( $k = 1, 2, \dots, n$ ),  $s$  - число перестановок строк, обеспечивающих выбор ненулевых главных элементов. На  $k$ -м шаге прямого хода (где  $k = 1, 2, \dots, n-1$ ) сначала

вычисляются элементы  $k$ -й строки:

$$C_{kj} = a_{kj}^{(k-1)} / a_{kk}^{(k-1)} \quad (j = k+1, k+2, \dots, n+1),$$

а затем определяются элементы всех строк, которые расположены ниже  $k$ -й строки:

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} - a_{ik}^{(k-1)} C_{kj} \quad (i = k+1, k+2, \dots, n; \quad j = k+1, k+2, \dots, n+1).$$

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 3.** Разработать алгоритм вычисления обратной матрицы  $A^{-1} = X = [x_{ij}]_{n \times n}$  методом Гаусса. Использовать равенство  $AX = E$ , где  $E$  – единичная матрица. Считать, что метод Гаусса уже реализован в виде подпрограммы, которую необходимо использовать.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 4.** Построить функцию принадлежности нечеткого множества "высокий мужчина" на универсальном множестве  $\{170, 175, 180, 185, 190, 195\}$ , если известны такие экспертные парные сравнения:

- абсолютное преимущество 195 над 170;
- явное преимущество 195 над 175;
- существенное преимущество 195 над 180;
- слабое преимущество 195 над 185;
- отсутствует преимущество 195 над 190.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если функция принадлежности построена верно.

| Коды компетенций | Результаты освоения ОПОП<br>Содержание компетенций                                                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1             | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| УК-1.1           | Осуществляет поиск необходимой информации, подвергает ее критическому анализу и обобщению                                  |
| УК-1.2           | Применяет системный подход для решения                                                                                     |
| ПК-1             | Способен руководить процессом разработки, проверки работоспособности и интеграцией программного обеспечения                |
| ПК-1.1           | Осуществляет руководство разработкой программного обеспечения                                                              |

**а) типовые тестовые вопросы:**

**Вопрос 1.** Как определяется абсолютная погрешность суммы нескольких приближенных чисел? Ответы:

1. Меньше или равна абсолютной погрешности наименее точного из этих чисел.
2. Равна абсолютной погрешности наименее точного из этих чисел.
- +3. Не больше суммы абсолютных погрешностей этих чисел.
4. Равна сумме абсолютных погрешностей этих чисел.

**Вопрос 2.** Как определяется относительная погрешность суммы нескольких приближенных чисел одного знака? Ответы:

- +1. Меньше или равна относительной погрешности наименее точного из этих чисел.
2. Равна относительной погрешности наименее точного из этих чисел.
3. Не больше суммы относительных погрешностей этих чисел.
4. Равна сумме относительных погрешностей этих чисел.

**Вопрос 3.** В каких из указанных случаев может произойти катастрофическая потеря точности? Ответы:

1. Сложение двух приближенных чисел одного знака.
- +2. Сложение двух приближенных чисел разных знаков.
- +3. Вычитание двух приближенных чисел одного знака.
4. Вычитание двух приближенных чисел разных знаков.

**Вопрос 4.** Как определяется относительная погрешность произведения нескольких приближенных чисел? Ответы:

1. Меньше или равна относительной погрешности наименее точного из этих чисел.
2. Равна относительной погрешности наименее точного из этих чисел.
- +3. Не больше суммы относительных погрешностей этих чисел.
4. Равна сумме относительных погрешностей этих чисел.
5. Не больше произведения относительных погрешностей этих чисел.
6. Равна произведению относительных погрешностей этих чисел.

**Вопрос 5.** При выполнении каких арифметических операций происходит рост относительной погрешности? Ответы:

- +1. Умножение приближенных чисел разных знаков.
2. Сложение приближенных чисел одного знака.
- +3. Вычитание двух приближенных чисел одного знака.
- +4. Деление двух приближенных чисел разных знаков.

**Вопрос 6.** Укажите абсолютную погрешность числа  $x$ , которое определяется как  $x=y+z$ , если  $y=25,17\pm 0,009$  и  $z=-18,3\pm 0,1$ . Ответы:

1. 0,009
2. 0,1
- +3. 0,109
4. 0,991

**Вопрос 7.** Укажите относительную погрешность числа  $x$ , которое определяется как  $x=y/z$ , если  $y=10\pm 0,5$  и  $z=100\pm 0,1$ . Ответы:

1. 0,15
- +2. 0,051
3. 0,6
4. 0,06
5. 0,51

**Вопрос 8.** В методе обучения на основе нечеткой меры определенная на множестве причин нечеткая мера интерпретируется как:

- + 1. Степень того, что данный элемент является причиной искомого нечеткого множества результатов.
2. Степень того, что данное нечеткое множество причин порождает искомое множество результатов.
3. Степень того, что данный результат вытекает из некоторого множества причин.

**Вопрос 9.** Метод обучения на основе нечеткой меры заключается в:

1. Уточнении результатов по данным нечетким причинам.
- +2. Уточнении причин по данным нечетким результатам.
3. Поиске зависимости между причинами и результатом нечеткого действия.

**Вопрос 10.** В методе обучения на основе нечеткой меры определенная на множестве результатов нечеткая мера интерпретируется как:

- +1. Степень того, что данный элемент является результатом определенного множества нечетких причин.
2. Степень того, что данный элемент является причиной определенного множества нечетких результатов.
3. Степень того, что данное нечеткое множество причин порождает искомое множество результатов.

**Вопрос 11.** В алгоритме обучения на основе нечеткой меры

1. Нечеткая мера  $g_y$  меняется так, чтобы нечеткая мера  $g_x$  возрастала.
- +2. Нечеткая мера  $g_x$  меняется так, чтобы нечеткая мера  $g_y$  возрастала.
3. Нечеткая мера  $g_y$  меняется так, чтобы нечеткая мера  $g_x$  убывала.
4. Нечеткая мера  $g_x$  меняется так, чтобы нечеткая мера  $g_y$  убывала.

**Вопрос 12.** Если в алгоритме обучения на основе нечеткой меры на вход подается одна и та же информация, то:

1. Нечеткая мера  $g_y$  не изменяется.
- +2. Нечеткая мера  $g_y$  не убывает.
3. Нечеткая мера  $g_y$  убывает.

**Вопрос 13.** При вычислении значения функции возможна катастрофическая потеря точности. В каких условиях это возможно? Ответы:

1. При большой относительной погрешности аргумента.
2. Для аргумента с большим модулем значения функции.
- +3. Для аргумента с большим модулем производной функции.

**Вопрос 14.** Как вычисляется абсолютная погрешность функции одного аргумента? Ответы:

1. Умножением значения функции для заданного аргумента на относительную погрешность этого аргумента.
2. Умножением производной функции для заданного аргумента на относительную погрешность этого аргумента.

3. Умножением производной функции для заданного аргумента на абсолютную погрешность этого аргумента.
- +4. Умножением модуля производной функции для заданного аргумента на абсолютную погрешность этого аргумента.
5. Умножением модуля производной функции для заданного аргумента на относительную погрешность этого аргумента.

**Вопрос 15.** Когда используется принцип равных влияний? Ответы:

1. При вычислении абсолютной погрешности функции одного аргумента.
2. При вычислении относительной погрешности функции одного аргумента.
3. При вычислении абсолютной погрешности функции нескольких аргументов.
4. При вычислении относительной погрешности функции нескольких аргументов.
- +5. При решении обратной задачи теории погрешностей.

**Вопрос 16.** Какие операции в ЭВМ выполняются точно (без появления погрешностей)?

Ответы:

- +1. Арифметические операции над целыми числами.
2. Арифметические операции над вещественными числами в форме с фиксированной точкой.
3. Арифметические операции над вещественными числами в форме с плавающей точкой.
- +4. Операции ввода-вывода целых чисел.
5. Операции ввода-вывода вещественных чисел.

**Вопрос 17.** Возникновение какой ситуации, обусловленной погрешностями округления вещественных чисел, означает прекращение вычислений в ЭВМ? Ответы:

1. Исчезновение порядка.
- +2. Переполнение разрядной сетки ЭВМ.

**Вопрос 18.** При каком способе округления вещественных чисел в ЭВМ возникающая абсолютная погрешность не превышает половины единицы разряда, соответствующего младшей сохраняемой цифре? Ответы:

1. Усечение.
- +2. Правильное округление.

**Вопрос 19.** Что влияет на относительную погрешность округления вещественного числа в ЭВМ? Ответы:

1. Характеристика числа.
2. Порядок числа.
- +3. Мантисса числа.

**Вопрос 20.** Укажите цель, которая преследуется при хранении порядка вещественного числа в смещенной форме (в виде характеристики)? Ответы:

1. Уменьшение объема занимаемой памяти.
- +2. Ускорение выполнения операций с вещественными числами.
3. Уменьшение абсолютной погрешности при округлении.
4. Уменьшение относительной погрешности при округлении.

**Вопрос 21.** Чем обусловлена возможность ситуации возникновения машинного нуля при округлении вещественного числа в ЭВМ? Ответы:

1. Хранением порядка числа в смещенной форме.
2. Ограниченной разрядностью мантиссы числа.
- +3. Хранением мантиссы числа в нормализованном виде.

**Вопрос 22.** Адаптивный нечеткий логический регулятор состоит из:

- +1. Нечеткого логического регулятора управляющего процесса.
- +2. Нечеткого логического регулятора управления.
3. Управляемого процесса.

4. Вычислителя детерминированного управляющего воздействия.

**Вопрос 23.** Из скольких этапов состоит определение управляющих воздействий в адаптивном нечетком логическом регуляторе?

1. Из одного.
2. Из двух.
3. Из трех.
- +4. Из четырех.

**Вопрос 24.** Адаптивный нечеткий регулятор используется для:

- +1. Управления сложными, плохо формализованными процессами.
2. Урегулирования множества желаемых решений.
3. Минимизации ошибки управления.

**Вопрос 25.** Нечеткий логический регулятор управления процессом на входе генерирует:

- +1. Вектор управления данным процессом.
2. Вектор модификации управления, зависящий от вектора ошибки.
3. Вектор отклонения от устанавливаемого выходного значения процесса.

**Вопрос 26.** Нечеткий логический регулятор управления на входе генерирует:

1. Вектор управления данным процессом.
- +2. Вектор модификации управления, зависящий от вектора ошибки.
3. Вектор отклонения от устанавливаемого выходного значения процесса.

**Вопрос 27.** Алгоритм формирования нечеткого отношения предпочтения заключается в:

- +1. Построению отношения предпочтения на множестве всевозможных альтернатив по заданному отношению предпочтения, определенному на некотором подмножестве множества всевозможных альтернатив.
2. Построению отношения предпочтения на множестве всевозможных альтернатив по заданному эталонному набору нечетких оценок.
3. Построению отношения предпочтения на множестве всевозможных альтернатив по заданному конечному множеству признаков сравнения.

**б) типовые практические задания:**

**Задание 1.** Разработать алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \text{-----} \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases}$$

методом последовательных приближений Якоби. Использовать расчетную формулу

$$x_i^{(k)} = (b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij}x_j^{(k-1)} - \sum_{j=i+1}^n a_{ij}x_j^{(k-1)}) / a_{ii} \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

и условие окончания итераций

$$\max |x_i^{(k)} - x_i^{(k-1)}| \leq \varepsilon \quad (i = \overline{1, n}),$$

где  $k$  – номер итерации,  $\varepsilon$  – заданная погрешность результата.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 2.** Разработать алгоритм уточнения корней нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  методом половинного деления. Корень отделен и находится на отрезке  $[a, b]$ , необходимая погрешность результата равна  $\varepsilon$ .

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 3.** Разработать алгоритм уточнения корней нелинейного уравнения  $f(x) = 0$  методом хорд. Корень отделен и находится на отрезке  $[a, b]$ , заданная погрешность результата равна  $\varepsilon$ . Если  $f(b)f''(b) > 0$ , то используется расчетная формула

$$x_i = x_{i-1} - \frac{b - x_{i-1}}{f(b) - f(x_{i-1})} f(x_{i-1}) ; \quad x_0 = a; \quad i = 1, 2, \dots,$$

если  $f(a)f''(a) > 0$ , то формула

$$x_i = x_{i-1} - \frac{x_{i-1} - a}{f(x_{i-1}) - f(a)} f(x_{i-1}) ; \quad x_0 = b; \quad i = 1, 2, \dots$$

Считать, что для вычисления производной используется готовая подпрограмма, которую разрабатывать не требуется.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 4.** Пусть  $A = 0.1/1 + 0.3/2 + 0.4/5 + 0.7/6 + 0.8/9 + 1/10$  и  $\alpha \in \{0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9\}$ . Составить множества  $\alpha$ -уровня для всех возможных значений  $\alpha$ .

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если верно составлены все множества.

**Задание 5.** Носителем нечеткого множества  $A$  является отрезок  $[1, 3]$ , а функция принадлежности имеет вид  $(x) (\cos(x)) \mu_A = 1 + \pi^2 1$ . Записать разложение по множествам  $\alpha$ -уровня.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если верно записано разложение на множества.

**Задание 6.** Разработать алгоритм вычисления приближенного значения функции, заданной таблицей  $y_i = f(x_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$ , для значения аргумента  $z \in (x_0, x_n)$  с использованием интерполяционной формулы Лагранжа:

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i P_i^{(n)}(x) ; \quad P_i^{(n)}(x) = \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \dots (x - x_n)}{(x_i - x_0)(x_i - x_1) \dots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \dots (x_i - x_n)}$$

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 7.** Разработать алгоритм вычисления приближенного значения функции, заданной таблицей  $y_i = f(x_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$ , для значения аргумента  $z \in (x_0, x_n)$  с использованием интерполяционной схемы Эйткена:

$$P_{0,1,2,\dots,n}(x) = \frac{1}{x_n - x_0} \begin{vmatrix} P_{0,1,2,\dots,n-1}(x) & x_0 - x \\ P_{1,2,3,\dots,n}(x) & x_n - x \end{vmatrix} ; \quad P_{i,i+1}(x) = \frac{1}{x_{i+1} - x_i} \begin{vmatrix} y_i & x_i - x \\ y_{i+1} & x_{i+1} - x \end{vmatrix}$$

Условие завершения вычислений:  $|P_{0,1,\dots,k}(x) - P_{0,1,\dots,k+1}(x)| < \varepsilon$ .

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 8.** Разработать алгоритм вычисления приближенных значений первой производной функции, заданной таблицей  $y_i = f(x_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$ , для которой  $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ , а разность между соседними значениями аргумента  $h = x_i - x_{i-1}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) является постоянной. Использовать формулу на основе левых конечных разностей:

$$y'(x_i) \approx \frac{\Delta y_i}{h} ; \quad \Delta y_i = y_i - y_{i-1}$$

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 9.** Разработать алгоритм вычисления приближенных значений второй производной

функции, заданной таблицей  $y_i = f(x_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$ , для которой  $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ , а разность между соседними значениями аргумента  $h = x_i - x_{i-1}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) является постоянной. Использовать формулы на основе левых и правых конечных разностей:

$$y''(x_i) \approx \frac{\Delta y'_i}{h}; \quad \Delta y'_i = y'_{i+1} - y'_i; \quad y'_{i+1} = y'(x_{i+1}) \approx \frac{y_{i+1} - y_i}{h}; \quad y'_i = y'(x_i) \approx \frac{y_i - y_{i-1}}{h}.$$

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если разработанный алгоритм соответствует правилам построения и корректно отражает решение задания.

**Задание 10.** Даны нечеткие числа  $A = \langle \text{«примерно } 7 \rangle$ ,  $B = \langle \text{«примерно } 10 \rangle$ :

$$A = \int_{x \in [4;7]} \frac{x-4}{3} / x + \int_{x \in (7;9]} \frac{9-x}{2} / x \quad B = \int_{x \in [6;10]} \frac{x-6}{4} / x + \int_{x \in (10;15]} \frac{15-x}{5} / x$$

Выполнить арифметические операции над этими числами.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если над заданными числами верно выполнены все операции.

**Задание 11.** На универсальном множестве  $U = \{a, b, c, d, e, f, g\}$  заданы нечеткие множества:

$$A = 0.3 / b + 0.7 / c + 1 / d + 0.2 / f + 0.6 / g$$

$$B = 0.3 / a + 1 / b + 0.5 / c + 0.8 / d + 1 / e + 0.5 / f + 0.6 / g$$

$$C = 1 / a + 0.5 / b + 0.2 / d + 0.2 / f + 0.9 / g$$

Найти множества  $A \cap B$ ,  $A \cup B$ ,  $A \cap \bar{B}$ ,  $(A \cup \bar{B}) \cap C$ ,  $(\overline{A \cap B}) \cap C$ , и дать геометрическую интерпретацию выполненных операций.

**Критерий выполнения:** задание считается выполненным, если верно найдены заданные множества и выполнены операции.