

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра алгебры и дискретной математики

Е.В. Мещерина

# ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ»

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Оренбург  
2019

УДК 519.7(076.5)

ББК 22.18я7

М 56

Рецензент – доцент, кандидат физико-математических наук О.А. Пихтилькова

**Мещерина, Е.В.**

М 56 Организация самостоятельной работы по дисциплине «Теория нечетких множеств»: методические указания / Е.В. Мещерина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 31 с.

Методические указания содержат основные рекомендации и требования по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теория нечетких множеств».

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Б.1.В.ДВ.1.2 Теория нечетких множеств» для обучающихся направления подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

УДК 519.7(076.5)

ББК 22.18я7

© Мещерина Е.В., 2019

© ОГУ, 2019

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 4  |
| 1 Рекомендации по выполнению индивидуального творческого задания ..... | 5  |
| 2 Рекомендации по выполнению реферата.....                             | 7  |
| 3 Самоподготовка.....  | 12 |
| 4 Подготовка к зачету .....  | 26 |
| 5 Список рекомендуемой литературы.....                                 | 30 |
| 6 Рекомендуемые интернет-ресурсы.....                                  | 31 |

## Введение

Самостоятельная работа студентов является одним из видов учебных занятий студентов. Под самостоятельной работой студентов по дисциплине «Теория нечетких множеств» будем понимать учебную, учебно-исследовательскую работу студентов, выполняемую во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория нечетких множеств» является систематизация и углубление знаний, полученных студентами в результате лекционных и практических занятий, а также приобретение практических навыков самостоятельного решения конкретных задач.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Теория нечетких множеств» является обязательной для каждого студента и определяется учебным планом и требованиями государственного образовательного стандарта. Объем самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория нечетких множеств» составляет 2,06 зачетных единиц или 74 часа.

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Теория нечетких множеств» самостоятельная работа включает:

- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);
- написание реферата (Р);
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; подготовка к практическим занятиям; подготовка к рубежному контролю, подготовка к зачету).

## **1 Рекомендации по выполнению индивидуального творческого задания**

Выполнение индивидуального творческого задания формирует готовность студентов к творческой реализации полученных в ходе обучения знаний, умений, помогает обрести опыт исследовательской деятельности.

При выполнении индивидуального творческого задания предполагается использование различных источников по выбранной теме, опубликованных в периодической печати. Допускается использование статей, обзоров, материалов из сети Интернет, монографий.

Задание оформляется в печатном и электронном варианте.

### **Критерии оценки индивидуальных творческих заданий**

Задание считается выполненным и оценивается в 5 баллов, если выполнены 95%-100% условий и требований, сформулированных в нем.

Задание считается выполненным и оценивается в 4 балла, если выполнены 70%-94% условий и требований, сформулированных в нем.

Задание считается выполненным и оценивается в 3 балла, если выполнены 50%-70% условий и требований, сформулированных в нем.

Задание считается выполненным и оценивается в 1-2 балла, если выполнены менее 50% условий и требований, сформулированных в нем.

### **Темы индивидуального творческого задания**

**Задание 1.** Используя лингвистическую переменную необходимо провести интерпретацию значений понятия «рост» на основе роста студентов вашей группы. Составить таблицу значений функции принадлежности на основе мнений экспертов (экспертами являются студенты вашей группы), построить ее график, вычислить индекс нечеткости.

**Задание 2.** Пусть универсальное множество  $U$  представляет собой множество дисциплин, преподаваемых на направлении подготовки 02.03.02

«Фундаментальная информатика и информационные технологии». Переменная  $u$ , принимающая значения на этом множестве, интерпретируется как дисциплина из универсального множества  $U = \{\text{теория кодирования, алгебра и теория чисел, история, операционные системы, основы программирования}\}$

Определить значения функции принадлежности нечеткого множества  $A$ , обозначающего понятие «пригодится в работе»:

- 1) методом относительных частот,
- 2) методом парных сравнений.

**Задание 3.** Построить нечеткий алгоритм, описывающий ваш путь из дома до университета.

## **2 Рекомендации по выполнению реферата**

Реферат (от лат. *refero* – докладываю, сообщаю) – краткое изложение содержания документа или его части, научной работы, включающее основные фактические сведения и выводы, необходимые для первоначального ознакомления с источниками и определения целесообразности обращения к ним.

Требования, предъявляемые к реферату – точность и объективность в передаче сведений, полнота отображения основных элементов.

Цель реферата – сообщить о содержании реферируемой работы, а также дать представление о вновь возникших проблемах соответствующей отрасли науки.

Рефераты в рамках учебного процесса должны удовлетворять следующим критериям:

- актуальность содержания, высокий теоретический уровень, глубина и полнота анализа фактов, явлений, проблем, относящихся к теме;
- информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения вопросов;
- простота и доходчивость изложения;
- структурная организованность, логичность, грамматическая правильность и стилистическая выразительность;
- убедительность, аргументированность, практическая значимость и теоретическая обоснованность предложений и выводов.

### **Основные этапы работы над рефератом**

При работе над рефератом выделяют три основных этапа: подготовительный, исполнительский и заключительный.

Подготовительный этап включает в себя поиск литературы по исследуемой теме с использованием различных библиографических источников. Допускается использование учебных пособий, статей, обзоров, материалов из сети Интернет, монографий.

Исполнительский этап включает в себя чтение книг (других источников), изучение истории вопроса по различным источникам, составление плана, тезисов.

Заключительный этап включает в себя систематизацию и переработку имеющихся материалов, написание реферата, составление списка использованной литературы.

## **Структура реферата**

### *Введение*

Введение имеет целью ознакомить читателя с сущностью излагаемого вопроса и с его историей, с современным состоянием той или иной проблемы, с трудностями, которые препятствуют достижению цели работы.

Оно должно содержать следующие элементы:

- а) краткий анализ научных, экспериментальных или практических достижений в рассматриваемой области;
- б) общий обзор опубликованных работ, используемых в реферате;
- в) цель реферата;
- г) задачи, требующие решения.

Объем введения – 1, 2 страницы.

### *Основная часть*

В основной части реферата должно быть представлено письменное изложение материала по намеченному плану, используя материал из источников. Здесь формулируются основные понятия, их содержание, гипотезы, существующие в литературе, точки зрения на суть проблемы, ее характеристики. В соответствии с поставленной задачей делаются выводы и обобщения. Очень важно не повторять, не копировать стиль источников, а выработать свой собственный, который соответствует характеру реферируемого материала.

### *Заключение*

Заключение подводит итог работы. Оно может состоять из повтора основных тезисов работы, чтобы акцентировать на них внимание читателей (слушателей), содержать общий вывод, к которому пришел автор реферата, предложения по

приложениям исследуемой теории. Заключение по объему должно быть меньше введения.

#### *Список использованных источников*

Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003, 7.82-2001, 7.80-2000 (см. приложение Ж). В строго алфавитном порядке размещаются все источники, независимо от формы и содержания: официальные материалы, монографии и энциклопедии, книги и документы, журналы, брошюры и газетные статьи.

#### **Требования к оформлению рефератов**

Требования к оформлению рефератов подробно описаны в документе: [СТО 02069024.101–2015](#).

Объем текста реферата, включая формулы и список литературы, от 10 до 15 машинописных страниц.

Для приложений может быть отведено дополнительно не более 10 стандартных страниц.

Тексты желательно иллюстрировать графиками, диаграммами, рисунками.

Завершенная печатная работа сшивается брошюратором, степлером, скоросшивателем.

Защита реферата осуществляется с представлением презентации.

#### **Критерии оценки реферата**

Реферат оценивается в 5 баллов, если выполнены следующие требования:

- план реферата соответствует теме реферата;
- содержание реферата соответствует теме и плану реферата;
- основные понятия и теоремы рассмотрены полностью;
- изложенный материал структурирован;
- список использованной литературы состоит не менее чем из 10 источников, среди которых есть публикации за последние 5 лет;
- выполнены требования к оформлению реферата;

– отсутствуют орфографические и синтаксические ошибки, стилистические погрешности;

– реферат сдан не позднее, чем за 10 дней до его защиты;

– защита реферата выполнена по следующим критериям:

– количество слайдов соответствует содержанию и продолжительности выступления;

– наличие титульного слайда и слайда с выводами;

– иллюстрации хорошего качества, с четким изображением, текст легко читается;

– используются средства наглядности информации (таблицы, схемы, графики и т.д.)

– оформление слайдов соответствует теме, не препятствует восприятию содержания;

– для всех слайдов презентации используется один и тот же шаблон оформления;

– презентация содержит полную, понятную информацию по теме работы;

– презентация не содержит орфографических и пунктуационных ошибок;

– выступающий свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал;

– выступающий свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории;

– выступающий точно укладывается в рамки регламента.

Реферат оценивается в 4 балла, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Реферат оценивается в 3 балла, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Реферат оценивается в 1-2 балла, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы, реферат не сдан.

### **Темы рефератов**

1. Мягкие вычисления.
2. Нечеткие сети Петри.
3. Применение нечетких множеств при распознавании образов.
4. Нечеткие множества и робототехника.
5. Нечеткие нейронные сети.
6. Нечеткие контроллеры.
7. Применение аппарата нечеткой логики в системах управления производством.
8. Нечеткие множества и информационная безопасность.
9. Нечеткие экспертные системы.
10. Нечеткий поиск.
11. Применение нечетких систем.
12. Принятие решений в нечетких условиях.
13. Нечеткие множества в экономике.
14. Медицинская диагностика на нечеткой логике.
15. Нечеткие множества в повседневной жизни человека.

### **3 Самоподготовка**

Самоподготовка по дисциплине «Теория нечетких множеств» включает:

- проработку и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к рубежному контролю;
- подготовку к зачету.

#### **Работа с конспектом лекций**

Необходимо просматривать конспект сразу после занятий. Материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания, необходимо отметить. Нужно попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно разобраться в материале не удалось, нужно сформулировать вопросы и обратиться на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю необходимо отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Контроль знания теоретического материала проводится преподавателем во время устного опроса.

#### **Практические занятия**

При подготовке к практическому занятию, студент должен повторить теоретический материал по заданной теме и решить практические задачи, данные преподавателем для закрепления прошедшего занятия.

В начале каждого занятия преподавателем проводится проверка готовности учащихся. Студентам предлагается устно ответить на вопросы по изучаемой теме.

На практических занятиях происходит разбор и решение задач по изучаемой теме, в том числе типовых задач, указанных в ФОС по дисциплине «Теория нечетких множеств».

Во время практических занятий студентам целесообразно придерживаться следующих рекомендаций:

1) темы практических занятий приведены в рабочей программе по дисциплине «Теория нечетких множеств» (пункт 4.3);

2) задания на практических занятиях следует выполнять в отдельной общей тетради;

3) в тетради для практических занятий должны быть заголовки, подзаголовки, абзацы, широкие поля, на которых студент может фиксировать возникающие вопросы, рекомендации для последующего изучения и решения, пропущенный материал и т.д.;

4) тетрадь для практических занятий следует вести аккуратно: формулы должны быть написаны разборчиво, чертежи выполняются надлежащего размера и со всеми необходимыми обозначениями;

5) при решении заданий надо их решать максимально самостоятельно, лишь время от времени сверяя результаты с ответами, полученными студентом, решающим данную задачу у доски;

6) при решении задач следует обязательно записывать все пояснения, которые необходимы по ходу решения задачи, иначе метод решения задачи быстро забудется;

7) на практические занятия следует приносить: тетради для лекционных и практических занятий, калькулятор.

### **Список вопросов для самоподготовки**

#### **Тема 1 Нечеткие множества и нечеткие отношения**

1.1 Что такое множество?

1.2 Какие операции введены для множеств?

1.3 Какими свойствами обладают множества?

1.4 Что такое мощность множества?

- 1.5 Что такое нечеткое множество?
- 1.6 Что такое функция принадлежности нечеткого множества?
- 1.7 Какие методы построения функции принадлежности вы знаете?
- 1.8 Какие операции можно производить над нечеткими множествами?
- 1.9 В чем состоит принцип обобщения для нечетких множеств?
- 1.10 Что такое нечеткие операторы?
- 1.11 Нечеткие множества как способы формализации нечеткости.
- 1.12 Нечеткие отношения.
- 1.13 Операции над нечеткими отношениями.
- 1.14 Свойства нечетких отношений.
- 1.15 Декомпозиция нечетких отношений.
- 1.16 Транзитивное замыкание нечетких отношений.
- 1.17 Проекция нечетких отношений.
- 1.18 Классификация нечетких отношений. Отношения сходства и различия.
- 1.19 Порядки и слабые порядки.
- 1.20 Приложения нечетких отношений к анализу систем.

## **Тема 2 Нечеткие числа**

- 2.1 Что такое нечеткие числа?
- 2.2 Какие нечеткие числа называют нормальными, унимодальными, выпуклыми?
- 2.3 Как сравнить два нечетких числа?
- 2.4 Свойства нечетких чисел.
- 2.5 Нечеткие треугольные числа.
- 2.6 Операции над нечеткими треугольными числами.
- 2.7 Нечеткие числа (L-R)-типа и их свойства.
- 2.8 Решение уравнений с нечеткими числами.
- 2.9 Четкие арифметики нечетких треугольных чисел.
- 2.10 Размытые арифметики нечетких треугольных чисел.

## **Тема 3 Нечеткая логика и приближенные рассуждения**

- 3.1 Что такое нечеткое высказывание.

- 3.2 Определение нечеткого отрицания.
- 3.3 Определение нечеткой конъюнкции.
- 3.4 Определение нечеткой дизъюнкции.
- 3.5 Определение нечеткой импликации.
- 3.6 Определение нечеткой эквиваленции.
- 3.7 Что такое лингвистическая переменная?
- 3.8 Что такое Терм-множество лингвистической переменной?
- 3.9 Что значит значение истинности «неизвестно» и «неопределено»?
- 3.10 Основные правила вывода нечеткой логики.
- 3.11 Элементы теории нечетких рассуждений.

#### **Тема 4 Нечеткие алгоритмы**

- 4.1 Что такое нечеткий алгоритм?
- 4.2 Какие нечеткие алгоритмы вы знаете?
- 4.3 Формализация нечеткого алгоритма.
- 4.4 Способы выполнения нечетких алгоритмов.
- 4.5 Представление нечеткого алгоритма в виде графа.
- 4.6 Опишите простейшие нечеткие алгоритмы.
- 4.7 Нечеткие алгоритмы обучения.

#### **Тема 5 Применения теории нечетких множеств**

- 5.1 Какие применения теории нечетких множеств вы знаете?
- 5.2 Нечеткие экспертные системы.
- 5.3 Нечеткие модели управления динамическими системами.
- 5.4 Нечеткие логические регуляторы.
- 5.5 Нечеткая модель регрессии.

#### **Подготовка к рубежному контролю**

Рубежный контроль – одна из форм контроля знаний обучающихся в течение семестра. Студентам предлагается ответить на вопросы теста из фонда тестовых заданий по дисциплине в письменной форме. Задания для теста взяты из разделов, пройденных за данный промежуток времени. За семестр проводится 2 рубежных

контроля. Первый рубежный контроль осуществляется через 8 недель обучения, второй – через 14 недель.

За выполнение теста студенту выставляется оценка от 2 до 5 баллов (в соответствии с таблицей 4.2). Данные оценки учитываются при выставлении итоговой оценки по дисциплине (таблица 4.1).

### **Примерный вариант теста для рубежного контроля № 1**

1. Кто заложил основы теории нечетких множеств?
  - а) И. Мамдани;
  - б) М. Блэк;
  - в) Л. Заде;
  - г) Б. Коско;
  - д) нет правильного ответа.
2. В каком году вышла первая статья Л. Заде по теории нечетких множеств?
  - а) 2012 г.
  - б) 1981 г.
  - в) 1965 г.
  - г) 1963 г.
3. Назовите формы задания нечеткого множества:
  - а) аналитически;
  - б) интегралом;
  - в) перечислением;
  - г) графом.
4. Определением для понятия «нечеткое множество» является:
  - а)  $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) \in [0; 1]\}$ ;
  - б)  $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) \in (0; 1]\}$ ;
  - в)  $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) \in [0; 1)\}$ ;
  - г)  $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) \in (0; 1)\}$ .
5. Какие значения может принимать функция принадлежности?
  - а)  $[0, \infty)$ ;

б)  $(-\infty, +\infty)$ ;

в)  $[0, 1]$ ;

г)  $(-\infty; 0]$ .

6. Множество точек, для которых значение функция принадлежности равно 1, называется:

а) носителем;

б) ядром;

в)  $\alpha$ -срезом;

г) высотой.

7. Определите основные типы функций принадлежности:

а) треугольные;

б) трапециевидные;

в) гауссовы;

г) ромбовые.

8. В чем смысл функции принадлежности?

а) мера наличия указанного свойства;

б) мера сравнения мощности универсума;

в) расстояние между соседними элементами;

г) мера принадлежности элемента универсуму.

9. Основными методами построения функции принадлежности являются:

а) прямые;

б) парные;

в) косвенные;

г) криволинейные.

10. Пустым нечетким множеством называется множество:

а)  $\emptyset = \{(x, 1) | x \in X\}$ ;

б)  $\emptyset = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) = 0\}$ ;

в)  $\emptyset = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) = 1\}$ ;

г)  $\emptyset = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, \mu_A(x) \in [0; 1]\}$ .

11. Дайте определение понятию «конечное нечеткое множество»:

- а) если его носитель бесконечен;
- б) если его носитель конечен;
- в) если его носитель есть функция;
- г) если его носитель есть отображение.

12. Носителем для нечеткого множества  $A = \frac{0}{1} + \frac{0,3}{2} + \frac{0,4}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$

является множество:

- а)  $X = \{2; 3; 4; 5\}$ ;
- б)  $X = \{1; 6\}$ ;
- в)  $X = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$ ;
- г)  $X = \{0; 0,3; 0,4; 0,5; 1\}$ .

13. Определением для множества  $\alpha$ -уровня является:

- а)  $A_\alpha = \{x | x \in X, \mu_A(x) < \alpha\}$ ;
- б)  $A_\alpha = \{x | x \in X, \mu_A(x) = \alpha\}$ ;
- в)  $A_\alpha = \{x | x \in X, \mu_A(x) \geq \alpha\}$ ;
- г)  $A_\alpha = \{x | x \in X, \mu_A(x) \leq \alpha\}$ .

14. Определите  $A_{0,4}$  для  $A = \frac{0}{1} + \frac{0,3}{2} + \frac{0,45}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$ :

- а)  $A_{0,4} = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$ ;
- б)  $A_{0,4} = \{3; 4; 5\}$ ;
- в)  $A_{0,4} = \{2; 3; 4; 5\}$ ;
- г)  $A_{0,4} = \{1; 6\}$ .

15. Высота нечеткого множества есть величина:

- а)  $h_A = \sup \mu_A(x)$ ;
- б)  $h_A = \inf \mu_A(x)$ ;
- в)  $h_A = \min \mu_A(x)$ ;
- г)  $h_A = \max \mu_A(x)$ .

16. Чему равна высота нечеткого множества  $A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$ :

- а) 0.15;
- б) 1;
- в) 0;
- г) 0.9.

17. Пересечением нечетких множеств  $A = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$  и

$B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$  является множество:

- а)  $A \cap B = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$ ;
- б)  $A \cap B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$ ;
- в)  $A \cap B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.25}{3} + \frac{0.3}{4} + \frac{1}{5}$ ;
- г)  $A \cap B = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$ .

18. Объединением нечетких множеств  $A = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$  и

$B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$  является множество:

- а)  $A \cup B = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$ ;
- б)  $A \cup B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$ ;
- в)  $A \cup B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.25}{3} + \frac{0.3}{4} + \frac{1}{5}$ ;
- г)  $A \cup B = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$ .

19. Разностью нечетких множеств  $A = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$  и

$B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$  является множество:

- а)  $A/B = \frac{0}{1} + \frac{0.3}{2} + \frac{0.45}{3} + \frac{0.2}{4} + \frac{0}{5}$ ;
- б)  $A/B = \frac{0.1}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}$ ;

$$в) A/B = 0,1/1 + 0,3/2 + 0,25/3 + 0,3/4 + 1/5;$$

$$г) A/B = 0/1 + 0,3/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 1/5.$$

20. Симметрической разностью нечетких множеств

$$A = 0/1 + 0,3/2 + 0,45/3 + 0,5/4 + 1/5 \quad \text{и} \quad B = 0,1/1 + 0,6/2 + 0,7/3 + 0,2/4 + 0/5 \quad \text{является}$$

множеством:

$$а) A - B = 0/1 + 0,3/2 + 0,45/3 + 0,2/4 + 0/5;$$

$$б) A - B = 0,1/1 + 0,6/2 + 0,7/3 + 0,5/4 + 1/5;$$

$$в) A - B = 0,1/1 + 0,3/2 + 0,25/3 + 0,3/4 + 1/5;$$

$$г) A - B = 0/1 + 0,3/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 1/5.$$

### Примерный вариант теста для рубежного контроля № 2

1. Нечетким отношением R на множестве X называется:

а) нечеткое подмножество декартового произведения  $X \times Y$ , которое характеризуется функцией принадлежности  $\mu_R : X \times Y \rightarrow [0,1]$ ;

б) четкое подмножество декартового произведения  $X \times Y$ , которое характеризуется функцией принадлежности  $\mu_R : X \times Y \rightarrow [0,1]$ ;

в) нечеткое подмножество декартового произведения  $X \times Y$ , которое характеризуется функцией принадлежности  $\mu_R : X \times Y \rightarrow (0,1)$ ;

г) нечеткое подмножество декартового произведения  $X \times Y$ , которое характеризуется функцией принадлежности  $\mu_R : X \times Y \rightarrow (-\infty, +\infty)$ .

2. Матрицей нечеткого отношения

$$R = \frac{1}{(0;0)} + \frac{0,8}{(0;1)} + \frac{0,7}{(0;2)} + \frac{0,8}{(1;0)} + \frac{1}{(1,1)} + \frac{0,4}{(1,2)} + \frac{0,7}{(2,0)} + \frac{0,4}{(2,1)} + \frac{1}{(2,2)} \quad \text{является:}$$

$$а) \begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 \\ 0,8 & 1 & 0,4 \\ 0,7 & 0,4 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 0 & 0,8 & 0,7 \\ 0,8 & 0 & 0,4 \\ 0,7 & 0,4 & 0 \end{pmatrix};$$

$$\text{в) } \begin{pmatrix} 0 & 0,7 & 0,8 \\ 0,8 & 0 & 0,4 \\ 0,7 & 0,4 & 0 \end{pmatrix};$$

$$\text{г) } \begin{pmatrix} 0 & 0,7 & 0,8 \\ 0,7 & 0 & 0,4 \\ 0,8 & 0,4 & 0 \end{pmatrix}.$$

3. Два нечетких отношения заданы матрицами:  $R = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix}$ ,  $S = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,3 & 1 \end{pmatrix}$ .

max-min-композицией этих отношений является:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 0,18 & 0,6 \\ 0,25 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 0,3 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$\text{в) } \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,5 & 0,7 \end{pmatrix};$$

$$\text{г) } \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,3 & 0,8 \end{pmatrix}.$$

4. Два нечетких отношения заданы матрицами:  $R = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix}$ ,  $S = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,3 & 1 \end{pmatrix}$ .

min-max-композицией этих отношений является:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 0,18 & 0,6 \\ 0,25 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 0,3 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$\text{в) } \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,5 & 0,7 \end{pmatrix};$$

$$\text{г) } \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,3 & 0,8 \end{pmatrix}.$$

5. Два нечетких отношения заданы матрицами:  $R = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix}$ ,  $S = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,3 & 1 \end{pmatrix}$ .

Максимумльтипликативной композицией этих отношений является:

а)  $\begin{pmatrix} 0,18 & 0,6 \\ 0,25 & 0,8 \end{pmatrix}$ ;

б)  $\begin{pmatrix} 0,3 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 \end{pmatrix}$ ;

в)  $\begin{pmatrix} 0,5 & 0,7 \\ 0,5 & 0,7 \end{pmatrix}$ ;

г)  $\begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,3 & 0,8 \end{pmatrix}$ .

6. Нечеткое число – это:

а) любое подмножество универсального множества действительных чисел;

б) нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее выпуклую функцию принадлежности;

в) нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее нормальную функцию принадлежности;

г) нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее нормальную и выпуклую функцию принадлежности;

7. Нечеткое число  $A$  называется нечетким нулем, если:

а)  $\mu_A(0) = \sup_x (\mu_A(x))$ ;

б)  $\mu_A(0) = \inf_x (\mu_A(x))$ ;

в)  $\mu_A(0) = 0$ ;

г)  $\mu_A(0) > 0$ .

8. Нечеткое число положительно, если:

а)  $\forall x \in S_A, \mu_A(x) > 0$ ;

б)  $\forall x \in S_A, x > 0$ ;

в)  $\forall x \in S_A, x < 0$ ;

г)  $\forall x \in S_A, \mu_A(x) < 0$ .

9. Нечеткое число отрицательно, если:

а)  $\forall x \in S_A, \mu_A(x) > 0$ ;

б)  $\forall x \in S_A, x > 0$ ;

в)  $\forall x \in S_A, x < 0$ ;

г)  $\forall x \in S_A, \mu_A(x) < 0$ .

10. Суммой двух нечетких чисел  $A_1 = 0,7/2 + 1/3 + 0,6/4$  и  $A_2 = 0,8/3 + 1/4 + 0,5/6$

является:

а)  $A_1 + A_2 = 1,2/5 + 2/7 + 1,1/10$ ;

б)  $A_1 + A_2 = 1,2/5 + 3,5/6 + 3,4/7 + 2,8/8 + 1,5/9 + 1,1/10$ ;

в)  $A_1 + A_2 = 0,7/5 + 0,8/6 + 1/7 + 0,6/8 + 0,5/9 + 0,5/10$ ;

г)  $A_1 + A_2 = 0,8/5 + 1/6 + 0,8/7 + 0,7/8 + 1/9 + 0,6/10$ .

11. Разностью двух нечетких чисел  $A_1 = 0,7/2 + 1/3 + 0,6/4$  и

$A_2 = 0,8/3 + 1/4 + 0,5/6$  является:

а)  $A_1 - A_2 = -0,1/-1 + 0/-1 + 0,1/-2$ ;

б)  $A_1 - A_2 = 0,5/-4 + 0,5/-3 + 0,7/-2 + 1/-1 + 0,8/0 + 0,6/1$ ;

в)  $A_1 - A_2 = 0,7/-4 + 0,6/-3 + 0,6/-2 + 0,8/-1 + 1/0 + 0,8/1$ ;

г)  $A_1 - A_2 = 0,5/-4 + 0,5/-3 + 0,5/-2 + 0,7/-1 + 0,6/0 + 0,6/1$ .

12. Произведением двух нечетких чисел  $A_1 = 0,7/2 + 1/3 + 0,6/4$  и

$A_2 = 0,8/3 + 1/4 + 0,5/6$  является:

а)  $A_1 \cdot A_2 = 0,56/6 + 1/12 + 0,3/24$ ;

б)  $A_1 \cdot A_2 = 0,7/6 + 0,7/8 + 0,8/9 + 1/12 + 0,6/16 + 0,5/18 + 0,5/24$ ;

в)  $A_1 \cdot A_2 = 0,7/6 + 0,7/8 + 0,8/9 + 0,6/12 + 0,6/16 + 0,5/18 + 0,5/24;$

г)  $A_1 \cdot A_2 = 0,8/6 + 1/8 + 1/9 + 1/12 + 1/16 + 1/18 + 0,6/24.$

13. Нечеткое число L-R-типа задается тройкой  $A = (a; \alpha, \beta)$ , где:

а)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – левый и правый коэффициенты нечеткости;

б)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – левая и правая частоты;

в)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – наибольшее и наименьшее значение  $a$ ;

г)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – произвольные действительные числа.

14. Суммой нечетких треугольных чисел  $A = (2, 1, 3)$  и  $B = (5, 2, 2)$  является

нечеткое треугольное число:

а)  $(7, 3, 5);$

б)  $(7, 1, 1);$

в)  $(7, 2, 3);$

г)  $(7, 1, 2).$

15. Решить уравнение  $ax = b$ , где  $a = \{5; 0,4, 0,6\}$ ,  $b = \{3; 0,5, 0,7\}$ .

а)  $x = \{5/3; 0,423, 0,573\};$

б)  $x = \{0,6; 1,25, 0,5\};$

в)  $x = \{5/3; 0,1, 0,1\};$

г)  $x = \{5/3; 0,573, 0,423\}.$

16. Решить уравнение  $ax = b$ , где  $a = \{2; 0,8, 0,12\}$ ,  $b = \{10; 0,12, 0,14\}$ .

а)  $x = \{5; 0,34, 0,28\};$

б)  $x = \{0,2; 1,25, 0,5\};$

в)  $x = \{8; 0,62, 0,02\};$

г)  $x = \{5; 1,5, 1,(3)\}.$

17. Нечеткое число L-R-типа задается тройкой  $A = (a; \alpha, \beta)$ , где:

а)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – левый и правый коэффициенты нечеткости;

б)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – левая и правая частоты;

в)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – наибольшее и наименьшее значение  $a$ ;

г)  $a$  – мода,  $\alpha, \beta$  – произвольные действительные числа.

18. Суммой нечетких треугольных чисел  $A = (2, 1, 3)$  и  $B = (5, 2, 2)$  является нечеткое треугольное число:

- а)  $(7, 3, 5)$ ;
- б)  $(7, 1, 1)$ ;
- в)  $(7, 2, 3)$ ;
- г)  $(7, 1, 2)$ .

19. Разностью нечетких треугольных чисел  $A = (1, 2, 3)$  и  $B = (2, 4, 5)$  является нечеткое треугольное число:

- а)  $(3, 6, 8)$ ;
- б)  $(-4, -2, 1)$ ;
- в)  $(2, 8, 15)$ ;
- г)  $(0, 2, 0, 5, 1, 5)$ .

20. Произведением нечетких треугольных чисел  $A = (1, 2, 3)$  и  $B = (2, 4, 5)$  является нечеткое треугольное число:

- а)  $(3, 6, 8)$ ;
- б)  $(-4, -2, 1)$ ;
- в)  $(2, 8, 15)$ ;
- г)  $(0, 2, 0, 5, 1, 5)$ .

## 4 Подготовка к зачету

Итоговым контролем по дисциплине «Теория нечетких множеств» является зачет.

Список вопросов, выносимых на зачет, представлен ниже.

Во время подготовки к зачету студенты систематизируют знания, которые они приобрели при изучении разделов курса.

При подготовке к зачету, необходимо изучить материалы лекций, учебных пособий и интернет-ресурсов.

Рекомендуемые учебники и специальная литература имеются в рекомендованном списке литературы в рабочей программе по данному курсу, а также представлены в п.5 данных методических указаний.

Список интернет-ресурсов также представлен в рабочей программе дисциплины и в п.6 данных методических указаний.

На зачете студентам предлагаются билеты, содержащие 2 вопроса.

По итогам ответа, преподаватель может задать дополнительные вопросы.

За устный ответ на вопросы студенту выставляется оценка от 2 до 5 баллов.

### Порядок формирования оценок по дисциплине

#### Система оценивания

Таблица 4.1 – Система оценивания

| Оценочные средства   | Коэффициент значимости (вес) | Система оценивания (оценки) |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| ОС1 (тесты)  | $b_1=0,2$                    | 2,3,4,5                     |
| ОС2 (типовые задачи)   | $b_2=0,2$                    | 2,3,4,5                     |
| ОС3 (творческие задания)                                     | $b_3=0,2$                    | 2,3,4,5                     |
| ОС4 (реферат)  | $b_4=0,2$                    | 2,3,4,5                     |
| ОС5 (теоретическая часть)                                    | $b_5=0,2$                    | 2,3,4,5                     |
| $\sum_{i=1}^4 b_i = 1$ <p>Примечание: <math>i=1</math> .</p> |                              |                             |

## Критерии оценивания

Таблица 4.2 – Критерии оценивания

| Оценочные средства | Критерий для оценки «5»   | Критерий для оценки «4»   | Критерий для оценки «3»  | Критерий для оценки «2»  |
|--------------------|---|---|--|--|
| Тесты              | процент правильных ответов составляет 86% и более   | процент правильных ответов составляет от 71% до 85%   | процент правильных ответов составляет от 55% до 70%  | процент правильных ответов составляет менее 55%  |
| Типовые задачи     | выполнены 95%-100% условий и требований, сформулированных в ней   | выполнены 70%-94% условий и требований, сформулированных в ней  | выполнены 50%-69% условий и требований, сформулированных в ней   | выполнены менее 50% условий и требований, сформулированных в ней   |
| Реферат            | выполнены все требования к написанию и защите реферата  | основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты  | имеются существенные отступления от требований к реферированию   | тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы, реферат не сдан   |
| Творческие задания | выполнены 95%-100% условий и требований, сформулированных в ней   | выполнены 70%-94% условий и требований, сформулированных в ней  | выполнены 50%-69% условий и требований, сформулированных в ней   | выполнены менее 50% условий и требований, сформулированных в ней   |
| Зачет              | студент показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания | студент показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет выполнять задания, но допустил 2-3 небольшие погрешности | студент допускает погрешности в ответе на вопросы и при выполнении заданий, не носящие принципиального характера | обнаружены пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, непонимание студентом основного содержания теоретического материала или допущен ряд существенных ошибок |

## Методика оценивания

Интегральный показатель уровня учебных достижений (аддитивная свертка оценок с учетом коэффициентов значимости)

$$I = \sum_{i=1}^n b_i * O_i,$$

где  $b_i$  – коэффициент значимости (вес);

$O_i$  – оценка обучающегося по  $i$ -му оценочному средству.

Таким образом, оценка по дисциплине формируется из оценок работы студента в течение семестра по всем типам контроля, указанным в таблице, а также оценки, полученной студентом при сдаче зачета.

## Шкала для определения итоговой оценки

Таблица 4.3 – Шкала для определения итоговой оценки

| Интервалы значений интегрального показателя уровня учебных достижений | Итоговая оценка |
|---|-----------------|
| $3 \leq I \leq 5$   | зачтено         |
| $I < 3$   | не зачтено      |

## Список вопросов к зачету:

1. Определение множества в канторовской теории множеств и традиционная двухзначная логика.
2. Определение нечеткого множества.
3. Основные характеристики нечетких множеств.
4. Операции над нечеткими множествами.
5. Принцип обобщения.
6. Нечеткие операторы.
7. Расстояние между нечеткими множествами.
8. Показатели размытости нечетких множеств.
9. Декартовы произведения нечетких множеств.
10. Определение нечетких отношений.
11. Операции над нечеткими отношениями.

12. Свойства нечетких отношений.
13. Декомпозиция нечетких отношений.
14. Классификация нечетких отношений.
15. Понятие нечеткого числа.
16. Операции над нечеткими числами.
17. Алгебраические свойства нечетких чисел.
18. Нечеткие числа  $(L-R)$ -типа.
19. Нечеткие треугольные числа.
20. Решение уравнений с нечеткими числами.
21. Четкие арифметики нечетких треугольных чисел.
22. Нечеткие арифметики нечетких треугольных чисел.
23. Нечеткая логика.
24. Лингвистические неопределенности.
25. Нечеткие выводы.
26. Нечеткие алгоритмы.
27. Общие положения применения теории нечетких множеств.
28. Общие сведения об экспертных системах.
29. Представление знаний в нечетких экспертных системах.
30. Механизм вывода в нечетких экспертных системах.
31. Нечеткие динамические системы.
32. Нечеткие логические регуляторы.
33. Нечеткая модель регрессии.

## **5 Список рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Яхьяева, Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети [Текст]: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. – 2 изд., испр. – Москва: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 316 с. : ил. – (Основы информационных технологий). – Библиогр.: с. 315. - ISBN 978-5-94774-818-5

2. Тарков, М.С. Нейрокомпьютерные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ М.С. Тарков – Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. – 142 с. – Режим доступа:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=233289](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=233289)

### **Дополнительная литература**

1. Зак, Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных. Fuzzy-технологии [Текст] / Ю.А. Зак. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2013. – 352 с.: ил. – ISBN 978-5-397-03451-7.

2. Коньшева, Л.К. Основы теории нечетких множеств [Текст]: для бакалавров и специалистов: учеб. пособие для вузов / Л.К. Коньшева, Д.М. Назаров. – СПб.: Питер, 2011. – 191 с. – (Учебное пособие. Стандарт третьего поколения). – ISBN 978-5-459-00735-0.

3. Круглов, В.В. Интеллектуальные информационные системы [Текст]: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода: учеб. пособие для вузов / В.В. Круглов, М. И. Дли. – М. : Физматлит, 2002. – 256 с.: ил. – с. 253–254. – ISBN 5-94052-062-6.

### **Периодические издания**

1. Журнал «Информационные технологии».
2. Журнал «Вычислительные технологии».
3. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий».
4. Журнал «Автоматрия».

## 6 Рекомендуемые интернет-ресурсы

Помимо библиотечных ресурсов, на современном этапе развития важным источником информации является Интернет. Существует масса открытых образовательных и научных порталов, концентрирующих в себе множество современных источников информации. Охарактеризуем Интернет-ресурсы, которые могут быть рекомендованы для изучения по дисциплине «Нечеткие множества и нечеткая логика».

В Оренбургском государственном университете имеется бесплатный для студентов доступ к электронным российским и зарубежным ресурсам. Познакомиться с актуальной информацией относительно перечня ресурсов и доступа к ним можно на сайте научной библиотеки Оренбургского государственного университета [http://artlib.osu.ru/site\\_new/](http://artlib.osu.ru/site_new/).

Полезную информацию можно найти на следующих ресурсах:

1. [www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets](http://www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets) – сайт Национального Открытого Университета «Интуит», курс «Нечеткие множества»;
2. <http://fuzzyset.narod.ru/> – нечеткая логика, мягкие вычисления и вычислительный интеллект.;
3. [www.aiportal.ru](http://www.aiportal.ru) – портал искусственного интеллекта. На сайте представлены статьи и файлы по основным направлениям исследований в области искусственного интеллекта.

Кроме того, студентам рекомендовано пользоваться материалами базы данных SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.