

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 07 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Неклассические логики**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	4/144	18	18	18	45	Экзамен 45
Итого	4/144	18	18	18	45	Экзамен 45

Владимир 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины (модуля) «Неклассические логики» является подготовка студентов к разработке компьютерноориентированных систем поддержки принятия решений. Задача учебного курса – ознакомление с основными понятиями и методами неклассических логик с ориентацией на их использование в практической информатике.

Мощь и интуитивная простота нечеткой логики как методологии разрешения проблем гарантирует ее успешное использование во встроенных системах контроля и анализа информации. При этом происходит подключение человеческой интуиции и опыта оператора. В отличие от традиционной математики, требующей на каждом шаге моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей, нечеткая логика предлагает совершенно иной уровень мышления, благодаря которому творческий процесс моделирования происходит на наивысшем уровне абстракции, при котором постулируется лишь минимальный набор закономерностей.

Задачи дисциплины:

- изучение основных приемов и методов использования аппарата неклассических логик в задачах управления и принятия решений;
- формирование навыков построения нечетких моделей, наиболее полно отвечающих требованиям поставленной задачи;
- изучение способов реализации нечетких моделей в виде программ для ЭВМ;
- приобретение навыков планирования экспериментов и обработки их результатов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Данная дисциплина относится к обязательной дисциплине вариативной части ОПОП. Изучение дисциплины проходит в 4-м семестре и базируется на знаниях, приобретенных студентами в рамках курсов «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Дискретная математика» и др.

Данный курс обеспечивает дальнейшее изучение дисциплин «Интеллектуальные системы», «Распределённая обработка информации» и является базовым для изучения специальных дисциплин.

Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены для написания выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими обще-профессиональными и профессиональными компетенциями:

- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями (ОПК-1);
- способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-5);
- способность эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий (ПК-6).



В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанных компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», в соответствии с тематическими модулями дисциплины, применять полученные знания в последующем обучении и профессиональной деятельности:

- 1) Знать: содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий; определение общих форм, закономерностей, инструментальных средств для данной дисциплины.
- 2) Уметь: понять поставленную задачу; строго доказать математическое утверждение; извлекать полезную научно-техническую из электронных библиотек, реферативных журналов, сети Интернет.
- 3) Владеть: способность учиться; фундаментальной подготовкой по основам профессиональных знаний; глубоким пониманием сути точности фундаментального знания.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение в дисциплину. Классическая и неклассическая логики.	4	1-2	2	2	-	-	6	-	2 (50%)	
2	Основы теории нечетких множеств.	4	3-6	4	4	4	-	9	-	6 (50%)	
3	Методы построения функций принадлежности.	4	7-10	4	4	6	-	10	-	7 (50%)	Рейтинг-контроль 1
4	Математика нечетких чисел.	4	11-14	4	4	4	-	10	-	6 (50%)	
5	Нечеткие отношения.	4	14-18	4	4	4	-	10	-	6 (50%)	Рейтинг-контроль 2,3
Всего		4	18	18	18	18	-	45	-	27 (50%)	Экзамен 45

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### ЛЕКЦИИ

1. Понятие классической и неклассической логики. Историческая справка. Основные направления неклассических логик (2 часа).
2. Способы описания нечеткой информации и области применения нечеткой логики. Нечеткая логика: достоинства и недостатки. Основные понятия нечетких множеств. Понятие принадлежности. Понятие нечеткого подмножества. Определение нечеткого множества. Отношение доминирования. Операции над нечеткими множествами. Графическое отображение операций над нечеткими множествами. Свойства операций над нечеткими множествами (2 часа).
3. Подмножества  $\alpha$  - уровня. Декомпозиция нечетких множеств. Синтез нечеткого подмножества посредством объединения обычных подмножеств. Расстояние между нечеткими множествами. Измерение степени нечеткости множества: оценка нечеткости через энтропию, метрический подход, аксиоматический подход. Прочие подходы к определению степени нечеткости. Некоторые свойства степени нечеткости множества (2 часа).
4. Методы построения функций принадлежности. Требования к функциям принадлежности. Прямые и косвенные методы для одного эксперта. Прямые и косвенные методы для группы экспертов. Методы построения терм множеств (2 часа).
5. Нечеткие числа. Математика нечетких чисел. Арифметические операции над нечеткими числами (L-R)-типа. Нечеткая арифметика. Принцип обобщения Заде.  $\alpha$ -уровневый принцип обобщения Заде. Нечеткие уравнения. Дополнительное вычитание. Дополнительное деление (2 часа).
6. Методы сравнения нечетких чисел. Сравнение нечетких чисел на основе обобщенной операции “ больше или равно “. Сравнение нечетких подмножеств единичного интервала (2 часа).
7. Нечеткие отношения. Понятие отношения. Определение нечеткого отношения. Операции над нечеткими отношениями. Композиция нечетких отношений. Свойства нечетких отношений. Декомпозиция нечетких отношений. Транзитивное замыкание нечеткого бинарного отношения (2 часа).
8. Классификация нечетких отношений. Некоторые специальные типы нечетких отношений. Нечеткие отношения порядка. Нечеткие отношения подобия. Приложения теории нечетких отношений к анализу систем (2 часа).

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1. Классическая и неклассическая логики (2 часа).
2. Основы теории нечетких множеств (4 часа).
3. Методы построения функций принадлежности (4 часа).
4. Математика нечетких чисел (4 часа).
5. Нечеткие отношения (4 часа).

### ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

1. Знакомство с прикладными программами, использующими нечеткие множества. Пакет FuziCalc (4 часа).
2. Построение функций принадлежности. Прямые и косвенные методы для одного и группы экспертов (6 часов).



3. Нечеткая арифметика. Арифметические операции над нечеткими числами L-R типа. Арифметические операции с использованием  $\alpha$ -уровневого принцип обобщения Заде (4 часа).
4. Применение теории нечетких отношений к кластерному анализу («нечеткое» сравнение строк и распознавание образов) (4 часа).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-развивающие технологии;
- развивающие проблемно-ориентированные технологии;
- лично ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Лабораторные и практические занятия	СРС
Метод ИТ	+	+	+
Работа в команде		+	
Case-study		+	
Проблемное обучение	+	+	
Контекстное обучение		+	+
Обучение на основе опыта	+	+	+
Индивидуальное обучение		+	+
Междисциплинарное обучение	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа			+

В рамках изучения дисциплины возможно применение широко спектра образовательных технологий: лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и лабораторные занятия); case-study; метод проектов; обучение в малых группах; мастер-классы; применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ); технология развития критического мышления; информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Текущим контролем успеваемости является действующая в университете система рейтинг-контроля.

### Контрольные вопросы к рейтинг-контролю №1

Пусть:  $U = \{0+1+2+3+4+5+6+7+8+9+10\}$ ;

$\tilde{A} = \{0,2|0;0,4|1;0,6|2;0,8|3;1,0|4;0,8|5;0,6|6;0,4|7;0,2|8\}$ ;

$\tilde{B} = \{0,2|2;0,4|3;0,6|4;0,8|5;1,0|6;0,8|7;0,6|8;0,4|9;0,2|10\}$ ;

$\tilde{C} = \{1,0|0;0,8|1;0,6|2;0,4|3;0,2|4\}$ ;

$\tilde{D} = \{0,2|6;0,4|7;0,6|8;0,8|9;1,0|10\}$ .

Задания:

1. Вычислить:  $\tilde{A} \cap \tilde{D} \cup \tilde{C}$ ,  $\tilde{A} / \tilde{C} \cup \tilde{D}$ ,  $\overline{\tilde{A}} \cap \tilde{C} \cup \tilde{B}$ ,  $(\tilde{A} / \overline{\tilde{B}}) \cap \tilde{C}$ ,  $(\tilde{B} \cap \tilde{D}) \times \tilde{C}$ .
2. Дефаззифицировать:  
 $\tilde{B}$  - по методу центра тяжести;  
 $\tilde{D}$  - по методу медиан.
3. Декомпозировать нечеткое множество:  $\tilde{B}$ ,  $\tilde{C}$ .
4. Вычислить расстояние между нечеткими множествами:  
 $\tilde{A}$  и  $\tilde{C}$  используя метрику Хемминга;  
 $\tilde{B}$  и  $\tilde{D}$  используя Евклидову метрику.
5. Оценить степень нечеткости множества  $\tilde{B}$  через энтропию, и через метрический подход ( $\xi(\tilde{A}) = 2\varepsilon(\tilde{A}, \tilde{A}_{0,5})$ ).
6. Описать лингвистическую переменную «Размер» пятью термами, отобразить ее графически.

Пусть:  $U = \{0+1+2+3+4+5+6+7+8+9+10\}$ ;

$\tilde{A} = \{0,2|0;0,4|1;0,6|2;0,8|3;1,0|4;0,8|5;0,6|6;0,4|7;0,2|8\}$ ;

$\tilde{B} = \{0,2|2;0,4|3;0,6|4;0,8|5;1,0|6;0,8|7;0,6|8;0,4|9;0,2|10\}$ ;

$\tilde{C} = \{1,0|0;0,8|1;0,6|2;0,4|3;0,2|4\}$ ;

$\tilde{D} = \{0,2|6;0,4|7;0,6|8;0,8|9;1,0|10\}$ .

Задания:

1. Вычислить:  $\tilde{A} \cup \tilde{B} \cap \tilde{C}$ ,  $\tilde{A} / \tilde{B} \cup \tilde{C}$ ,  $\overline{\tilde{A}} \cap \tilde{B} \cup \tilde{D}$ ,  $(\tilde{A} \cup \overline{\tilde{B}}) / \tilde{C}$ ,  $(\tilde{A} \cap \tilde{C}) \times \tilde{B}$ .
2. Дефаззифицировать:  
 $\tilde{A}$  - по методу центра тяжести;  
 $\tilde{C}$  - по методу медиан.
3. Декомпозировать нечеткое множество:  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{D}$ .
4. Вычислить расстояние между нечеткими множествами:  
 $\tilde{A}$  и  $\tilde{C}$ , используя Евклидову метрику;  
 $\tilde{B}$  и  $\tilde{D}$  используя метрику Хемминга.
5. Оценить степень нечеткости множества  $\tilde{A}$  через энтропию, и через метрический подход ( $\xi(\tilde{A}) = 2\varepsilon(\tilde{A}, \check{\tilde{A}})$ ).

6. Описать лингвистическую переменную «Расстояние» пятью термами, отобразить ее графически.

1. Обосновать выбор того или иного метода построения ФП для нечетких множеств характеризующих следующие понятия, привести пример нормальной ФП, описывающий понятия:

1.1. «Человек среднего роста», с учетом того, что среднестатистический рост известен;

1.2. Освещенность аудитории в зависимости от количества работающих ламп дневного освещения, количество которых составляет:  $\{2, 4, 8, 12, 16\}$ ;

1.3. ФП характеризующую высокий рейтинг политика (или политической партии).

2. Оценить согласованность мнения каждого из экспертов:

2.1. Эксперта 1 и Эксперта 2;

2.2. Эксперта 2 и Эксперта 3;

2.3. Эксперта 1 и Эксперта 3.

Получить соответствующие нормальные ФП для множества  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$ , если их мнения задаются следующими матрицами парных сравнений (недостающие элементы матрицы, обозначенные символом «-» заполнить самостоятельно):

Эксперт 1	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	-	18	4	5	15	5
$x_2$	-	-	18	12	10	5
$x_3$	-	-	-	19	21	1
$x_4$	-	-	-	-	14	3
$x_5$	-	-	-	-	-	3
$x_6$	-	-	-	-	-	-

Эксперт 2	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	-	2	6	8	10	1
$x_2$	-	-	7	4	1	7
$x_3$	-	-	-	6	2	3
$x_4$	-	-	-	-	2	3
$x_5$	-	-	-	-	-	4
$x_6$	-	-	-	-	-	-

Эксперт 3	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	-	2	14	2	2	5
$x_2$	-	-	11	8	6	8
$x_3$	-	-	-	2	7	7
$x_4$	-	-	-	-	14	9
$x_5$	-	-	-	-	-	11
$x_6$	-	-	-	-	-	-

3. Вероятность суждения каждого эксперта о возрастной принадлежности человека к той или иной возрастной группе, в зависимости от возраста  $x$  ( $x \in U = [0, 100]$ ), выражается следующими законами распределения:



3.1. «Молодой»

$x$	0-25	25-35	35-50	50-65	65-100
$p$	0,25	0,4	0,2	0,1	0,05

3.2. «Среднего возраста»

$x$	0-25	25-35	35-50	50-65	65-100
$p$	0,05	0,1	0,4	0,35	0,1

3.3. «Пожилой»

$x$	0-25	25-35	35-50	50-65	65-100
$p$	0,05	0,1	0,15	0,3	0,4

Построить ФП характеризующую возрастную группу, если было опрошено 50 экспертов.

4. Построить терм-множества с указанным количеством термов  $K$  охватывающих следующие понятия:

4.1. «Температура воды»,  $K=6$ ,  $U=[0; 100 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ;

4.2. «Уличная температура»,  $K=7$ ,  $U=[-50; 50 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ;

4.3. «Высотность здания»,  $K=5$ ,  $U=[1; 127]$ ;

**Контрольные вопросы к рейтинг-контролю № 2**

1. Нечеткие числа  $\tilde{x}_1$  и  $\tilde{x}_2$  заданы следующими трапециевидными функциями принадлежности:

$$\mu_{\tilde{x}_1}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 2 \text{ или } x > 9 \\ \frac{x-2}{2}, & \text{если } x \in [2, 4] \\ 1, & \text{если } x \in (4, 5) \\ \frac{9-x}{4}, & \text{если } x \in [5, 9] \end{cases}, \text{ и } \mu_{\tilde{x}_2}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 3 \text{ или } x > 17 \\ \frac{x-3}{4}, & \text{если } x \in [3, 7] \\ 1, & \text{если } x \in (7, 9) \\ \frac{17-x}{8}, & \text{если } x \in [9, 17] \end{cases}$$

Необходимо найти нечеткое число  $\tilde{y} = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2$  с использованием принципа обобщения из определения принципа обобщения.

2. Нечеткие числа  $\tilde{x}_1$  и  $\tilde{x}_2$  заданы следующими трапециевидными функциями принадлежности:

$$\mu_{\tilde{x}_1}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 2 \text{ или } x > 9 \\ \frac{x-2}{2}, & \text{если } x \in [2, 4] \\ 1, & \text{если } x \in (4, 5) \\ \frac{9-x}{4}, & \text{если } x \in [5, 9] \end{cases}, \text{ и } \mu_{\tilde{x}_2}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 3 \text{ или } x > 17 \\ \frac{x-3}{4}, & \text{если } x \in [3, 7] \\ 1, & \text{если } x \in (7, 9) \\ \frac{17-x}{8}, & \text{если } x \in [9, 17] \end{cases}$$

Необходимо найти нечеткое число  $\tilde{y} = \tilde{x}_2 - \tilde{x}_1$  с использованием принципа обобщения из определения принципа обобщения.

3. Нечеткие числа  $\tilde{x}_1$  и  $\tilde{x}_2$  заданы следующими трапециевидными функциями принадлежности:



$$\mu_{\tilde{x}_1}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 2 \text{ или } x > 9 \\ \frac{x-2}{2}, & \text{если } x \in [2, 4] \\ 1, & \text{если } x \in (4, 5) \\ \frac{9-x}{4}, & \text{если } x \in [5, 9] \end{cases}, \text{ и } \mu_{\tilde{x}_2}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 3 \text{ или } x > 17 \\ \frac{x-3}{4}, & \text{если } x \in [3, 7] \\ 1, & \text{если } x \in (7, 9) \\ \frac{17-x}{8}, & \text{если } x \in [9, 17] \end{cases}$$

Необходимо найти нечеткое число  $\tilde{y} = \tilde{x}_1 \times \tilde{x}_2$  с использованием принципа обобщения из определения принципа обобщения.

4. Нечеткие числа  $\tilde{x}_1$  и  $\tilde{x}_2$  заданы следующими трапециевидными функциями принадлежности:

$$\mu_{\tilde{x}_1}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 2 \text{ или } x > 9 \\ \frac{x-2}{2}, & \text{если } x \in [2, 4] \\ 1, & \text{если } x \in (4, 5) \\ \frac{9-x}{4}, & \text{если } x \in [5, 9] \end{cases}, \text{ и } \mu_{\tilde{x}_2}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 3 \text{ или } x > 17 \\ \frac{x-3}{4}, & \text{если } x \in [3, 7] \\ 1, & \text{если } x \in (7, 9) \\ \frac{17-x}{8}, & \text{если } x \in [9, 17] \end{cases}$$

Необходимо найти нечеткое число  $\tilde{y} = \tilde{x}_2 / \tilde{x}_1$  с использованием принципа обобщения из определения принципа обобщения.

5. Решить уравнение:  $Ax + B = D$ . Где  
 $A = \{0/4; 0,5/4,5; 1/5; 0,5/5,5; 0/6\}$ ;  
 $B = \{0/8; 0,5/10; 1/12; 0,5/14; 0/16\}$ ;  
 $D = \{0/12; 0,5/15; 1/18; 0,5/21; 0/24\}$ .

6. Решить уравнение:  $A(x + B) = D$ . Где  
 $A = \{0/2; 0,5/3; 1/4; 0,5/5; 0/6\}$   
 $B = \{0/3; 0,5/3,5; 1/4; 0,5/4,5; 0/5\}$   
 $D = \{0/8; 0,5/18; 1/28; 0,5/38; 0/48\}$ .

7. Дать ответ на вопрос: «Может ли А быть больше В?», если:  $A = \{3; 4; 6\}_{LR}$ ,  $B = \{1; 7; 8\}_{LR}$ .

8. Сравнить А ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 0,5 и В ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 0,6  
 $A = \text{ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО } 0,5 =$   
 $= \{0/0,2; 0,25/0,275; 0,5/0,35; 0,75/0,425; 1/0,5; 0,75/0,55; 0,5/0,6; 0,25/0,65;$   
 $0/0,7\}$ ;  
 $B = \text{ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО } 0,6 =$   
 $= \{0/0,4; 0,25/0,45; 0,5/0,5; 0,75/0,55; 1/0,6; 0,75/0,65; 0,5/0,7; 0,25/0,75;$   
 $0/0,8\}$ ;

1. Найти нечетное отношение  $R' = R \circ \overline{R}$ , где:

- 1.1. « $\circ$ » – max-min композиция;
- 1.2. « $\circ$ » – min-max композиция;

1.3. « $\circ$ » – max- $\times$  композиция.

Если нечеткое отношение  $R$  задано матрицей:

R	A	B	C	D	E
A	0,7	0	0	0	0
B	0,8	1	0,6	0,6	1
C	0	0	0,5	0,5	0
D	0	0	0,2	0,4	0
E	0,8	1	0,6	0,6	1

2. Проверить является ли отношение  $R$  транзитивным:

R	A	B	C	D	E
A	0,5	0,9	0	0	0,5
B	0	0,7	0	0	0
C	0	1	0,1	0,1	0
D	0	1	0,4	1	0
E	0,7	0,9	0	0	0,5

3. Найти транзитивное замыкание  $\hat{R}$  нечеткого отношения  $R$ :

R	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$x_1$	0,3	0,6	0,2
$x_2$	1	0,2	0,7
$x_3$	0	0,8	0,1

4. Декомпозировать нечеткое отношение  $R_1$ :

$R_1$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	0,2	0,5	0,7	0,3	0,7
$x_2$	1	0,4	0,3	0,4	0,6
$x_3$	0	0,6	0,5	0,2	0,6
$x_4$	0,3	0,5	0,7	1	0,5
$x_5$	1	0,3	0,4	0,2	0,3

5. Найти первую и вторую проекции нечеткого отношения  $R$  (записать соответствующие функции принадлежности):

R	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	0,2	0,5	0,7	0,3	0,7
$x_2$	1	0,4	0,3	0,4	0,6
$x_3$	0	0,6	0,5	0,2	0,6
$x_4$	0,3	0,5	0,7	1	0,5
$x_5$	1	0,3	0,4	0,2	0,3

### Контрольные вопросы к рейтинг-контролю №3

Оценка по рейтинг-контролю №3 формируется по итогам выполнения и защит лабораторных работ при ответе на дополнительные вопросы. Темы лабораторных работ:

- Знакомство с прикладными программами, использующими нечеткие множества.



- Построение функций принадлежности. Прямые и косвенные методы для одного и группы экспертов.
- Нечеткая арифметика. Арифметические операции над нечеткими числами L-R типа. Арифметические операции с использованием  $\alpha$ -уровневого принцип обобщения Заде.
- Применение теории нечетких отношений к кластерному анализу («нечеткое» сравнение строк и распознавание образов).

### **Вопросы к экзамену**

Понятие классической и неклассической логики. Историческая справка. Основные направления неклассических логик.

Понятие нечеткого множества. Основные определения.

Операции над нечеткими множествами. Свойства операций над нечеткими множествами.

Подмножества  $\alpha$  - уровня. Декомпозиция нечетких множеств. Синтез нечетких множеств из семейства обычных множеств.

Методы дефаззификации нечетких множеств.

Расстояние между нечеткими множествами.

Измерение степени нечеткости нечетких множеств.

Понятие лингвистической переменной.

Методы построения функций принадлежности. Прямые и косвенные методы для одного эксперта.

Методы построения функций принадлежности. Прямые и косвенные методы для группы экспертов.

Нечеткие числа. Математика нечетких чисел. Нечеткие числа L-R типа. Арифметические операции с нечеткими числами L-R типа.

Математика нечетких чисел. Принцип обобщения Заде.

Математика нечетких чисел.  $\alpha$ -уровневый принцип обобщения Заде.

Математика нечетких чисел. Дополнительное вычитание. Дополнительное деление. Нечеткие уравнения.

Математика нечетких чисел. Методы сравнения нечетких чисел.

Нечеткие отношения. Понятие нечеткого отношения. Основные определения. Операции над нечеткими отношениями. Композиция нечетких отношений.

Нечеткие отношения. Свойства нечетких отношений. Классификация нечетких отношений. Классы эквивалентности.

### **Вопросы для контроля самостоятельной работы**

1. Нечеткая логика: достоинства и недостатки.
2. Понятие принадлежности. Понятие нечеткого подмножества. Определение нечеткого множества.
3. Графическое отображение операций над нечеткими множествами.
4. Измерение степени нечеткости множества: оценка нечеткости через энтропию, метрический подход, аксиоматический подход. Прочие подходы к определению степени нечеткости.
5. Требования к функциям принадлежности.
6. Методы построения терм множеств.
7. Определение нечеткого отношения.

8. Специальные типы нечетких отношений. Нечеткие отношения порядка. Нечеткие отношения подобия.
9. Арифметические операции над нечеткими числами (L-R)-типа.

#### ОБЪЕМ СРС И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ РАБОТ В ЧАСАХ

Вид СРС	Количество часов
Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.	18
Подготовка к проверочным работам	9
Выполнение домашних заданий, подготовка к лабораторным занятиям	18
Итого	45

#### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Теория и методы разработки управленческих решений. Поддержка принятия решений с элементами нечеткой логики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Н. Лучко [и др.].– Электрон. текстовые данные.– Омск: Омский государственный институт сервиса, 2012.– 110 с.
2. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети [Электронный ресурс]: монография/ Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С.– Электрон. текстовые данные.– М.: Горячая линия - Телеком, 2012.– 284 с.
3. Нечеткие задачи в математическом моделировании [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе/ – Электрон. текстовые данные.– Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.– 22 с.
4. Анджей Пегат Нечеткое моделирование и управление [Электронный ресурс]/ Анджей Пегат– Электрон. текстовые данные.– М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.– 798 с.
5. Бояринцева Т.Е. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению типового расчета/ Бояринцева Т.Е., Золотова Н.В., Исмагилов Р.С.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.– 48 с.

б) дополнительная литература:

1. Гетманова А.Д. Классическая и неклассические логики – необходимый компонент науки и современного образования [Электронный ресурс]: научно-методическое пособие для аспирантов всех специальностей/ Гетманова А.Д.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московский городской педагогический университет, 2010.– 96 с.
2. Рутковская, Данута. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : [научное издание] : пер. с пол. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский .– Москва : Горячая линия-Телеком, 2007 .– 383 с. : ил. – Библиогр. в конце гл. – Предм. указ.: с. 381-383 .– ISBN 5-93517-103-1.
3. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яхьяева Г.Э.– Электрон. текстовые данные.– М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008.– 316 с.



в) периодические издания:

1. «Информационные технологии» Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал ISSN 1684-6400 Подписной индекс 72656
2. Журнал «Бизнес-информатика» – рецензируемый междисциплинарный научный журнал, выпускаемый с 2007 года Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). Администрирование журнала осуществляется Школой бизнес-информатики НИУ ВШЭ.
3. Журнал «Вестник Института экономики РАН» –
4. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий»
5. Журнал «Вестник МГУ: экономика»
6. Журнал «Вестник Российского экономического университета им. Плеханова»
7. Журнал «Вестник финансового университета»
8. Журнал «Вопросы экономики»
9. Журнал «Вычислительные технологии»

в) интернет-ресурсы:

Ресурсы для дистанционного освоения курса, размещенные на сайте [www.cs.vlsu.ru](http://www.cs.vlsu.ru).

Современные информационные системы для создания и реализации математических методов в экономике и финансах:

1. Mathcad – программное средство, среда для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, снабженная простым в освоении и в работе графическим интерфейсом, которая предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами. В среде Mathcad доступны более сотни операторов и логических функций, предназначенных для численного и символьного решения математических задач различной сложности (<http://www.ptc.com>).
2. MatLab – высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов. С помощью MATLAB можно анализировать данные, разрабатывать алгоритмы, создавать модели и приложения (<http://matlab.ru>).
3. Maple – одна из наиболее популярных систем символьных вычислений, обладающая превосходной научной графикой (<http://www.maplesoft.com>).
4. Power Sim Constructor, Power Sim Studio – программное обеспечение Powersim включает в себя различные типы инструментов имитационного моделирования (<http://powersim.ru>)
5. Anylogic AnyLogic - инструмент имитационного моделирования (<http://www.anylogic.ru>)
6. BPWin – мощный инструмент моделирования, разработанный фирмой Computer Associates Technologies который используется для анализа, документирования и реорганизации сложных бизнес-процессов. Модель, созданная средствами BPwin, позволяет четко документировать различные аспекты деятельности - действия, которые необходимо предпринять, способы их осуществления, требующиеся для этого ресурсы и др. (<http://www.ca.com>).

Интернет-ресурсы, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы по тематике дисциплины:

1. <http://www.exponenta.ru> – Образовательный математический портал.
2. <http://www.kxlab.com> - сайт \_kx Лаборатории. Отправная точка поиска информации о новейших научных разработках в области вычислительной математики, автоматизации моделирования и программных продуктах \_kx Лаборатории.
3. [www.mathhelpplanet.com](http://www.mathhelpplanet.com) - некоммерческий математический форум, на котором можно получить консультацию и реальную помощь в решении по практически любому вопросу, связанному с математикой и многочисленными её приложениями.
4. [www.csin.ru](http://www.csin.ru) - Образовательный интернет-проект, посвященный computer science и смежным дисциплинам. Мы формируем комьюнити людей, профессионально занимающихся или даже просто интересующихся данной тематикой. Также мы собираем информацию, например, русскоязычные курсы по информатике.
5. [www.teorver.ru](http://www.teorver.ru) - Портал, посвященный таким разделам математики, как теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, математическая теория телетрафика и другим приложениям теории вероятностей.
6. <http://edu.ru> - Федеральный портал "Российское образование", поддерживаемый ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". Каталог интернет-ресурсов по предметам.
7. <http://www.mathtree.ru> - Древовидный каталог математических ресурсов содержит информацию о кафедрах, персонах, публикациях, библиотеках, журналах и т.п.
8. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал, предоставляющий российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России.
9. <http://algotlist.manual.ru> - Сайт, посвященный алгоритмам и методам программирования.
10. <http://www.ecsocman.edu.ru/> - Образовательный портал - экономика, социология, менеджмент.
11. <http://www.fea.ru/> - Портал лаборатории "Вычислительная механика" физикомеханического факультета СПбГПУ.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением, аудитории вычислительного центра.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ  Абрахин С.И.

Рецензент

(представитель работодателя)


  
ООО "ИС Сервис"

Квасов Д.С. Ген. директор  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Заведующий кафедрой

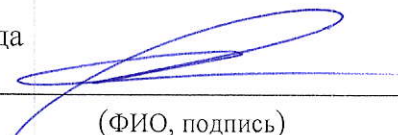
  
(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Председатель комиссии

  
(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_