

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
Вычислительной математики и  
прикладных информационных технологий



Леденёва Т.М.  
20.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 Основы нечеткого моделирования**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

02.04.02 Фундаментальная информатика и интеллектуальные информационные технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Машинное обучение и интеллектуальные информационные технологии

**3. Квалификация выпускника:**

магистр

**4. Форма обучения:**

очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий

**6. Составитель программы:**

Аристова Е.М., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры ВМ и ПИТ

**7. Рекомендована:**

научно-методическим советом факультета ПММ 17.03.2025, протокол №6

**8. Учебный год: 2026-2027**

**Семестр(ы): 3**

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель изучения дисциплины:** сформировать у обучающихся теоретическую базу для разработки и совершенствования инструментов искусственного интеллекта, основанных на теории нечетких множеств и нечетком моделировании.

**Задачи учебной дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основами теории нечетких множеств и нечеткой логики; принципами нечеткого моделирования сложных объектов в условиях неопределенности;

- освоение навыков представления приближенной информации и знаний с помощью лингвистической модели;
- формирование навыков модификации и совершенствования некоторых классических моделей и методов с учетом фактора неопределенности на основе технологии нечеткого моделирования как основного инструмента, обеспечивающего свойство интеллектуальности;
- формирование навыков проведения исследований и представления результатов по использованию нечеткого моделирования для решения проблем искусственного интеллекта, разработки моделей представления знаний и систем, работающих со знаниями.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Дисциплина «Основы нечеткого моделирования» относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 и изучается в 3 семестре. Изучение данного курса базируется на знании студентами материала основных математических и естественнонаучных дисциплин, изучаемых в рамках программы подготовки бакалавра по направлениям физико-математических наук, а также дисциплины «Дискретные и вероятностные модели», изучаемой в рамках программы подготовки магистра.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен обрабатывать, интерпретировать, оформлять и представлять профессиональному обществу результаты проведенных исследований	ПК-3.3	Составляет отчеты, обзоры, рефераты по тематике проводимых исследований, участвует в работе научных семинаров, научно-технических конференций	Знать: основные способы представления, обработки и интерпретирования информации, правила представления научных работ на конференциях, семинарах  Уметь: составлять отчеты, обзоры по тематике проводимых исследований, участвовать в работе научных конференций  Владеть: умением обрабатывать, интерпретировать, оформлять и представлять информацию
ПК-6	Способен совершенствовать и разрабатывать различные инструменты искусственного интеллекта, модели и методы представления знаний, осуществлять генерацию и оптимизацию баз знаний	ПК-6.1	Демонстрирует знание проблематики искусственного интеллекта, интеллектуальных информационных технологий, моделей представления знаний и работы со знаниями	Знать: проблемы искусственного интеллекта, интеллектуальные информационные технологии, модели представления и работы со знаниями  Уметь: применять математические методы для совершенствования различных инструментов искусственного интеллекта  Владеть: навыками применения алгоритмов машинного обучения

		ПК-6.2	Применяет математические методы для совершенствования различных инструментов искусственного интеллекта и работы со знаниями	для решения профессиональных задач в области обработки различных типов информации
--	--	--------	---	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах** (в соответствии с учебным планом) – 3/108.

**Форма промежуточной аттестации** зачет

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	В т.ч. в интерактивной форме	По семестрам	
				1 семестр	2 семестр
Аудиторные занятия		48			48
в том числе:	32				32
	0				0
	16				16
	0				0
Самостоятельная работа		60			60
Форма промежуточной аттестации: экзамен		0			0
Итого:		108			108

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Принятие решений в различных условиях	Методы принятия решений. Принятие решений в условиях определенности, риска и неопределенности. Методы решения задач в условиях определенности, риска и неопределенности. Точечные прогнозы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332</a>
1.2	Теория нечетких множеств	Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Включение и равенство нечетких множеств. Принцип обобщения. Решение некоторых задач теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами и их свойства. Треугольные нормы и ко-нормы. Расстояние между нечеткими множествами. Степень нечеткости как мера неопределенности нечеткого множества. Индекс нечеткости.	
1.3	Основные инструменты нечеткого моделирования	Нечеткие числа и величины. Нечеткая и лингвистическая переменная. Лингвистическая модель представления информации. Лингвистическая шкала и ее свойства. Использование лингвистического подхода для принятия приближенных решений. Задача лингвистической аппроксимации. Понятие	

		нечеткой модели. Процедура агрегирования для различных типов информации. Этапы разработки оценочных моделей.	
1.4	Нечеткие модели	Структура и основные элементы в нечетких моделях. Нечеткая продукционная система. База правил и ее свойства. Обзор подходов к формированию базы правил. Оптимизация базы правил. Основные классы нечетких моделей: модель Мамдани, модель Такаги – Сугено, реляционная модель. Комбинирование нечетких моделей и нейронных сетей.	
1.5	Методы нечеткого моделирования	Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе. Самоорганизация и самонастройка параметров нечеткой модели. Применение нейронных сетей для настройки параметров нечеткой модели. Настройка параметров нечеткой модели с помощью генетического алгоритма.	
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Принятие решений в различных условиях	Методы принятия решений. Принятие решений в условиях определенности, риска и неопределенности. Методы решения задач в условиях определенности, риска и неопределенности. Точечные прогнозы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332</a>
2.2	Теория нечетких множеств	Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Включение и равенство нечетких множеств. Принцип обобщения. Решение некоторых задач теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами и их свойства. Треугольные нормы и ко-нормы. Расстояние между нечеткими множествами. Степень нечеткости как мера неопределенности нечеткого множества. Индекс нечеткости.	
2.3	Основные инструменты нечеткого моделирования	Нечеткие числа и величины. Нечеткая и лингвистическая переменная. Лингвистическая модель представления информации. Лингвистическая шкала и ее свойства. Использование лингвистического подхода для принятия приближенных решений. Задача лингвистической аппроксимации. Понятие нечеткой модели. Процедура агрегирования для различных типов информации. Этапы разработки оценочных моделей.	
2.4	Нечеткие модели	Структура и основные элементы в нечетких моделях. Нечеткая продукционная система. База правил и ее свойства. Обзор подходов к формированию базы правил. Оптимизация базы правил. Основные классы нечетких моделей: модель Мамдани, модель Такаги-Сугено, реляционная модель. Комбинирование нечетких моделей и нейронных сетей.	
2.5	Методы нечеткого моделирования	Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе. Самоорганизация и самонастройка параметров нечеткой модели. Применение нейронных сетей для настройки параметров нечеткой модели. Настройка параметров нечеткой модели с помощью генетического алгоритма.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Принятие решений в различных условиях	6	0	4	10	20
2	Теория нечетких множеств	4	0	2	10	16
3	Основные инструменты нечеткого моделирования	8	0	2	10	20

4	Нечеткие модели	8	0	4	15	27
5	Методы нечеткого моделирования	6	0	4	15	25
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

#### **14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

*(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)*

##### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Аудиторные и внеаудиторные (самостоятельные) формы учебной работы студента имеют своей целью приобретение им целостной системы знаний по дисциплине «Модели и методы принятия решений». Используя лекционный материал, учебники, дополнительную литературу, проявляя творческий подход, студент готовится к практическим занятиям, рассматривая их как пополнение, углубление, систематизацию своих теоретических знаний. Студент должен прийти в ВУЗ с полным пониманием того, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа лишь создает для этого необходимые условия.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы программы учебного курса, и с какой глубиной раскрыты в данном учебном материале, а какие вообще опущены.

Освоение дисциплины предполагает следующие направления работы:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану;
- работу над основной и дополнительной литературой;
- изучение вопросов для самоконтроля (самопроверки);
- самоподготовка к практическим и другим видам занятий;
- самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену;
- самостоятельная работа студента в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Требуется творческое отношение и к самой программе учебного курса. Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера. Все эти вопросы не составляют сути, понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

Проработка лекционного курса является одной из важных активных форм самостоятельной работы. Лекция преподавателя не является озвученным учебником, а представляет плод его индивидуального творчества. Он читает свой авторский курс со своей логикой со своими теоретическими и методическими подходами. Это делает лекционный курс конкретного преподавателя индивидуально-личностным событием, которым вряд ли студенту стоит пренебрегать. Кроме того, в своих лекциях преподаватель стремится преодолеть многие недостатки, присущие опубликованным учебникам, учебным пособиям, лекционным курсам.

Количество часов, отведенных для лекционного курса, не позволяет реализовать в лекциях всей учебной программы. Исходя из этого, каждый лектор создает свою тематику лекций, которую в устной или письменной форме представляет студентам при первой встрече.

В создании своего авторского лекционного курса преподаватель руководствуется двумя документами – Федеральным государственным образовательным стандартом и учебной программой. Совершенно недостаточно только слушать лекции. Важно студенту понять, что лекция есть своеобразная творческая форма самостоятельной работы. Надо пытаться стать активным соучастником лекции: думать, сравнивать известное с вновь получаемыми знаниями, войти в логику изложения материала лектором, по возможности вступать с ним в мысленную полемику. Во время лекции можно задать лектору вопрос. Вопросы можно задать и во время перерыва (письменно или устно), а также после лекции или перед началом очередной. Лектор найдет формы и способы реагирования на вопросы студентов.

##### Методологические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Методологические рекомендации призваны помочь студентам организовать самостоятельную работу при изучении курса: с материалами лекций и семинарских занятий, литературы по общим и специальным вопросам. Самостоятельная работа студента должна опираться на сформированные навыки и умения, приобретенные во время обучения в средней школе. В ВУЗе студент должен повысить уровень самостоятельности. Составляющим компонентом его работы должно стать творчество. Работая с литературой по теме занятий, делайте выписки текста, содержащего характеристику или комментарии уже знакомого Вам источника. Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться

источниками. Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	
2	Дудихин В.В. Конкурентная разведка в Internet. Советы аналитика [Электронный ресурс] / В.В. Дудихин, О.В. Дудихина. – Москва: ДМК Пресс, 2009. – 192 с. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1111">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1111</a> .
3	Микони С.В. Теория принятия управленческих решений / Микони С.В. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 448 с. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65957">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65957</a>
4	Смоленцев, Н. К. MATLAB: Программирование на Visual C#, Borland C#, JBuilder, VBA: Учебный курс [Электронный ресурс] / Смоленцев Н. К. – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 464 с. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1253">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=1253</a> .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Аристова Е.М. Модели и методы принятия решений: учебное пособие / Е.М. Аристова. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. – 64 с.
5	Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – Москва: Радио и связь, 1982. – 432 с.
6	Леденева Т. М. Модели и методы принятия решений. – Воронеж: ВГТУ, 2004. – 189 с.
7	Леденева Т. М. Обработка нечеткой информации : учебное пособие / Т.М. Леденева. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2006. – 233 с.
8	Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. – 719 с.
9	Мелькумова Е.М. Методы построения функции принадлежности / Е.М. Мелькумова // Вестник ВГУ. Серия Системный анализ и Информационные технологии. – Воронеж: ВГУ, 2009. – №2. – С. 13–18.
10	Новак В. Математические принципы нечеткой логики / В. Новак, И. Перфильева, И. Мочкорж. – Москва: Физматлит, 2006. – 352 с.
11	Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. – Москва : Наука, 1981. – 208 с.
12	Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – Москва: Бином, 2009. – 798 с.
13	Фидлер М. Задачи линейной оптимизации с неточными данными / М. Фидлер [и др.]. – Москва, Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2008. – 288 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
14	Зональная научная библиотека ВГУ. – Режим доступа: <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> .
15	Аристова Е.М. Курс «Основы нечеткого моделирования» / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332</a> .
16	Основы нечеткого моделирования в среде MatLab: учебное пособие / сост.: Т.М. Леденева, Д.С. Татаркин, А.С. Тарасова. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2006. – 51 с. – Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11332</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Аристова Е.М. Модели и методы принятия решений : учебное пособие / Е.М. Аристова. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. – 64 с.
2	Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации : учебное пособие / Т.М. Леденева. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2006. – 233 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):** (При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, проведения текущей аттестации, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам и т.д. При применении ЭО и ДОТ необходимо в п.15 в) указать используемые ресурсы (см. пример выше)

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Основы нечеткого моделирования», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS Moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п. 15в.

#### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

**Основы нечеткого моделирования: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, текущая и промежуточная аттестация.**

На некоторых лекционных занятиях используется компьютер (ноутбук), проектор для демонстрации материала: возможно переносное оборудование, на практических занятиях – используются компьютеры с установленными на них программами LibreOffice (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО), Free Pascal (свободное и/или бесплатное ПО), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО).

#### **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция (и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Принятие решений в различных условиях	ПК-3 ПК-6	ПК-3.3 ПК-6.1	Практико-ориентированные задания. Лабораторные работы
2	Теория нечетких множеств	ПК-3 ПК-6	ПК-3.3 ПК-6.1 ПК-6.2	Практико-ориентированные задания. Лабораторные работы
3	Основные инструменты нечеткого моделирования	ПК-3 ПК-6	ПК-3.3 ПК-6.1 ПК-6.2	Практико-ориентированные задания. Лабораторные работы
4	Нечеткие модели	ПК-3 ПК-6	ПК-3.3 ПК-6.1 ПК-6.2	Практико-ориентированные задания. Лабораторные работы
5	Методы нечеткого моделирования	ПК-3 ПК-6	ПК-3.3 ПК-6.1 ПК-6.2	Практико-ориентированные задания. Лабораторные работы
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Практические задания и лабораторные работы

#### **20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

##### **20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Практико-ориентированные задания/домашние задания  
Лабораторные работы*

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Практико-ориентированные задания  
Лабораторные работы*

### **Комплект заданий для получения зачета:**

#### 1. Принятие решений в различных условиях

Подобрать исходную информацию и выбрать наилучшее решение в условиях риска и неопределенности. При этом для принятия решений необходимо использовать критерий Байеса-Лапласа и критерий Ходжа-Лемана при различных значениях параметра  $s$ . Реализовать данные методы на компьютере. Отчет должен содержать условие задачи, краткое описание методов, листинг программы, результаты и выводы.

#### 2. Принятие решений с помощью регрессионных моделей

По территориям региона приводятся данные за определенный год (номер региона, среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, среднедневная заработная плата). Требуется:

- построить линейное уравнение парной регрессии;
- рассчитать линейный коэффициент парной регрессии и среднюю ошибку аппроксимации;
- оценить статистическую значимость параметров регрессии и корреляции с помощью F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента;
- выполнить прогноз заработной платы при прогнозном значении среднедушевого прожиточного минимума, составляющем 107% от среднего уровня;
- оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал;
- на одном графике построить исходные данные и теоретическую прямую.

#### 3. Принятие решений с помощью нечетких множеств

Для нечеткого множества  $A$  задана функция принадлежности. Определить линейный и квадратичный индексы нечеткости, если  $p=1$ ,  $k=5$  и

$$\mu_A(x) = \begin{cases} p \frac{x^2}{a^2}, & x \in [0, \frac{a}{2}] \\ p \frac{(x-a)^2}{ka^2}, & x \in [\frac{a}{2}, a] \end{cases}$$

#### 4. Принятие решений с помощью нечетких множеств

Дано нечеткое множество. Определить для него основные характеристики (мощность, носитель и высоту, представить его в вертикальной форме). Найти для него 4  $\alpha$ -среза и восстановить множество по найденным  $\alpha$ -срезам, если  $\alpha=0.1, 0.3, 0.8, 1.0$  и  $V=\{(\mu(x)/x)\}=\{0.3/a, 0.4/b, 0.8/c, 1/d, 0.8/e, 0.4/f\}$ .

#### 5. Принятие решений с помощью нечетких множеств

Составить свое условие и принять решение с помощью метода парных сравнений альтернатив.

#### 6. Принятие решений в условиях лингвистической неопределенности

Некоторая фирма занимается выбором подходящей кандидатуры на вакантное место из списка претендентов. В качестве критериев выбраны: квалификация, ответственность, опыт работы, коммуникабельность и организованность. В результате собеседования с двумя претендентами получены оценки:

$$A1=\{H, M, M, VL, P\}, \\ A2=\{VL, H, M, H, N\}.$$



Определить наиболее подходящую кандидатуру на вакантное место, если вектор весовых коэффициентов имеет вид  $\{0, 0.2, 0.4, 0.4, 0\}$ .

7. Реферат на одну из тем из списка, оформление его в соответствии с правилами:
1. Принятие решений на основе проведения когнитивного моделирования.
  2. Применение интеллектуальных технологий для построения моделей.
  3. Анализ современных коммерческих экспертных систем.
  4. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
  5. Использование имитационного моделирования в интеллектуальной информационной системе для реализации функций прогнозирования.
  6. Риск-анализ инвестиционного портфеля на основе нечеткой логики.
  7. Нечеткая логика в процессе моделирования.
  8. Основы нечеткой логики и возможности ее применения в системах управления производством.
  9. Нечеткое моделирование и кластеризация
  10. Методы и алгоритмы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики в различных сферах (туризм, медицина и др.) и др.

**Критерий оценивания:**  
**на зачете:**

Зачтено	выполнение плана лабораторных занятий; отличное владение теорией и решение задач не ниже хорошего уровня; или отличное решение задач и владение теорией не ниже хорошего уровня; знание работы основных алгоритмов и методов для принятия решений
Не зачтено	невыполнение плана лабораторных занятий; или неудовлетворительное владение теорией; или неудовлетворительное решение задач

**20.3. Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ**

Вопросы с вариантами ответов

1. Нечетким множеством называется:

а) совокупность пар  $\{(x, \mu_A(x)) : x \in U\}$

б) множество значений функции принадлежности

в) множество элементов, чья вероятность обладания данным свойством больше нуля

Ответ: а)

2. Функция принадлежности используется для:

а) выражения степени принадлежности элемента данному нечеткому множеству

б) выражения степени принадлежности нечеткого множества данному классу объектов

в) выражения вероятности попадания данного элемента в заданное нечеткое множество

Ответ: а)

3. Что такое высота нечеткого множества?

а) наименьшее значение функции принадлежности

б) наибольшее значение функции принадлежности

в) разность между наибольшим и наименьшим значением функции принадлежности

г) четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности равна единице

Ответ: б)

4. Какое нечеткое множество называется нормальным?

- а) у которого носителем является непустое множество
- б) у которого высота равна 1
- в) у которого высота меньше единицы
- г) нечеткое множество, определенное на множестве действительных чисел

Ответ: б)

5. Нечетким отношением называется...

- а) нечеткое подмножество декартова произведения четких множеств
- б) подмножество декартова произведения нечетких множеств
- в) композиция нечетких множеств
- г) декартово произведение нечетких множеств

Ответ: а)

6. Отношением сходства называется:

- а) антисимметричное, транзитивное и рефлексивное отношение
- б) антисимметричное, транзитивное и антирефлексивное отношение
- в) симметричное и рефлексивное отношение
- г) антисимметричное и рефлексивное отношение

Ответ: в)

7. Лингвистическим значением истинности называются:

- а) значения «истинно» и «ложно»
- б) нечеткие множества, определенные на отрезке  $[0, 1]$
- в) термы лингвистической переменной истинности

Ответ: в)

8. Нечеткое число называется унимодальным, если:

- а) его высота равна единице
- б) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу равна единице
- в) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу больше, чем степень принадлежности всех остальных точек

Ответ: б)

8. Какое нечеткое множество называется выпуклым?

- а) имеющее выпуклую функцию принадлежности
- б) у которого носителем является непустое множество
- в) подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности равна единице
- г) функция принадлежности которого не имеет локальных минимумов

Ответ: а)

9. Методы анализа данных, основанные на теории нечетких множеств позволяют

- а) проводить лингвистический анализ систем

- б) проводить количественный анализ систем
- в) проводить качественный анализ систем

Ответ: в)

10. Что называется носителем нечеткого множества?

- а) универсальное множество, на котором рассматривается данное нечеткое множество
- б) четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности строго больше нуля
- в) четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности равна единице

Ответ: б)

11. Что является множеством значений лингвистической переменной?

- а) множество нечетких переменных
- б) множество слов естественного языка
- в) терм-множество
- г) множество функций принадлежности

Ответ: в)

#### Вопросы с кратким текстовым ответом

1. Когда нечеткое число называется положительным?

Ответ: Нечеткое число называется положительным, если его носитель состоит из положительных чисел.

2. Что основное происходит в методе парных оценок?

Ответ: В методе парных оценок устанавливается предпочтение объектов при сравнении всех возможных пар.

3. Что происходит при ранжировании объектов?

Ответ: при ранжировании объектов эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими показателями

4. Приведите пример составного терма лингвистической переменной «Температура»?

Ответ: «очень холодная», «ни холодная, ни горячая»

5. Что означает свойство рефлексивности бинарного отношения?

Ответ: Рефлексивность отражается свойством  $\forall x \in X (R(x, x) = 1)$ , т.е. для любого значения  $x$  пара  $(x, x)$  принадлежит этому бинарному отношению / в матрице бинарного отношения на диагонали стоят все 1 / в графе бинарного отношения у каждой вершины есть петля

6. В чем заключается этап дефазификации?

Ответ: этап дефазификации заключается в построении четкого вывода на основании нечеткого вывода

### **Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые с вариантами ответов, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

2) открытые задания (тестовые с кратким текстовым ответом, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

**Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).**