

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Краснодонский факультет инженерии и менеджмента (филиал)
Кафедра информационных технологий и транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

Панайотов К.К.



«21» апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем
(название дисциплины по учебному плану)

По направлению подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика
(код, название без кавычек)

Магистерская программа Бизнес-аналитика

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» по направлению подготовки 38.04.05 – Бизнес-информатика, магистерская программа «Бизнес-аналитика» – 36 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2020 года № 990)

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

к.т.н., доц. Панайотов К.К.

(ученая степень, ученое звание, должность фамилия, инициалы)

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий и транспорта «15» марта 2023 г., протокол № 7.

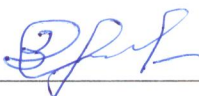
Заведующий кафедрой



Бихдрикер А.С.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета «20» марта 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета



Замота О.Н.

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – получение теоретической подготовки по вопросам построения систем нечеткого вывода и нейросетевого моделирования процессов в различных областях человеческой деятельности, формирование практических навыков использования нечеткой логики и нейронных сетей с применением специализированного программного обеспечения.

Задачами дисциплины являются:

изучение теоретических и организационно-методических вопросов построения и функционирования систем, основанных на знаниях;

формирование системы управляющих нечетких правил, применение различных методов обучения нейронных систем;

исследование нечетких и нейросетевых моделей реальных процессов с помощью современных инструментальных средств.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» относится части дисциплин, формируемой участниками образовательного процесса.

Содержание дисциплины основывается на базе дисциплин предыдущего уровня образования и является логическим продолжением содержания дисциплин профессионального цикла. Является основой для прохождения практики и написания квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3. Способен применять методы системного анализа для моделирования бизнес-процессов, осуществлять проектирование и трансформацию архитектуры организации	ПК-3.3. Способен осуществлять классификацию состояний экономической системы в условиях неопределенности и нечеткой информации	Знать: Методы и алгоритмы классификации состояний экономических систем в условиях неопределенности и нечеткой информации
		Уметь: применять математический аппарат нейронных сетей и нечеткой логики для решения прикладных задач
		Владеть: навыками применения инструментальных средств создания нейронных сетей и реализации нечетких алгоритмов

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	108 (3 зач. ед)		108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего)	42		20
в том числе:			
Лекции	14		6

Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	28		14
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	66		98
Форма аттестации	зачет		зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА И НЕЧЕТКИЕ ОТНОШЕНИЯ

Понятие нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами. Множества уровня и декомпозиция нечеткого множества. Множество нечетких подмножеств для конечных множеств. Расстояние между нечеткими множествами. Отображение нечетких множеств. Нечеткие графы. Нечеткие отношения: Определение нечеткого отношения, Операции над нечеткими отношениями, Проекция нечеткого отношения, Свойства нечетких отношений. Нечеткие отношения предпочтения.

Тема 2. ЭЛЕМЕНТЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Понятие лингвистической переменной. Описание объектов и явлений с помощью лингвистической переменной. (L-R)-представления лингвистических переменных. Нечеткие числа. Элементы нечеткой логики. Многокритериальный выбор альтернатив на основе пересечения нечетких множеств. Многокритериальный выбор альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения. Многокритериальный выбор альтернатив с использованием правила нечеткого вывода. Многокритериальный выбор альтернатив на основе аддитивной свертки.

Тема 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Моделирование нейронных структур мозга. Модель нейрона. Примеры искусственных нейронных сетей. Различные типы нейронов. Задачи нейронных сетей. Обучение однослойных нейронных сетей. Многослойные нелинейные нейронные сети. Алгоритм обратного распространения ошибки. Эффективность нейросетей. Обзор современных нейропакетов и их возможностей.

Тема 4. МЕТОДЫ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе. Построение самонастраивающихся нечетких моделей на основе измеренных данных о входах и выходах системы. Применение нейронечетких сетей для настройки параметров нечеткой модели. Структуризация и обучение нейронных сетей. Преобразование нечеткой модели Мамдани в нейронечеткую сеть. Преобразование в нейронечеткую сеть нечеткой модели Такаги-Сугено.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Нечеткие множества и нечеткие отношения	4		2
2	Элементы нечеткой логики. Методы принятия решений на основе теории нечетких множеств.	3		2
3	Основы теории нейронных сетей	3		1
4	Методы нечеткого моделирования	4		1
Итого:		14		6

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Операции над нечеткими множествами	3		1
2	Расстояние между нечеткими множествами	3		1
3	Определение нечеткого отношения	3		1
4	Понятие лингвистической переменной	3		1
5	Описание объектов и явлений с помощью лингвистической переменной	3		1
6	Нечеткие числа. Элементы нечеткой логики	3		1
7	Модели нейронных сетей	3		2
8	Изучение свойств линейного нейрона и линейной нейронной сети	3		2
9	Построение нечеткой аппроксимирующей системы	2		2
10	Формирование базы правил нечеткой системы моделирования нелинейной системы	2		2
Итого:		28		14

4.5. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Нечеткие множества и нечеткие отношения	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	15		22
2	Элементы нечеткой логики. Методы принятия решений на основе теории нечетких множеств.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	15		22
3	Основы теории нейронных сетей	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	16		22
4	Методы нечеткого моделирования	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и	16		18

		промежуточному контролю знаний и умений.			
5	Зачет	Подготовка к зачету	4		4
Итого:			66		88

4.7. Курсовые работы/проекты

Учебным планом не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине проводятся в форме лекций и практических занятий. Предполагается использование интерактивных методов обучения. На лекционных занятиях проводится обсуждение студентами и преподавателем теоретического материала, анализ конкретных, практических ситуаций. После текущего контроля на занятиях делается анализ результатов. Обязательным для студентов магистратуры является выполнение индивидуального задания по всем темам курса.

В процессе преподавания используется система дистанционного обучения, которая позволяет проводить тестирование студента, а также осуществляет доступ ко всем материалам курса.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, размещенный на сайте кафедры ecps.gnomio.com) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

Мультимедийные технологии: презентации к лекциям.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

контрольная работа;

собеседование (устный или письменный опрос).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложения к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено

Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Пегат А., Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат - М.: Лаборатория знаний, 2015. - 801 с. (Адаптивные и интеллектуальные системы) - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329755.html>.

2. Борисов В.В., Нечеткие модели и сети / Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком, 2012. - 284 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202831.html>.

б) дополнительная литература:

1. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст]: учеб. пособие / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 452 с.
2. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 288 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/280302380_Proektirovanie_necetkih_sistem_sredstvami_MATLAB.
3. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети [Текст]: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — Изд. 2-е, испр. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 316 с.: ил., табл. — (Основы информационных технологий). — (БИНОМ. ЛЗ). URL: [http://www.bibliorossica.com/search.html?q=%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BA%D0%B0&pre_q=&pre_authors=&pre_publisher=&pre_titles=&pre_bbk=&pre_fulltext=&pre_category=&pre_subjects=&pre_isbn=&pre_free=&pre_startYear=&pre_endYear=&publisher=-1&category=-1&bookType=-1&startYear=&endYear=&authors=&titles=&subjects=&isbn=&bbk=\)](http://www.bibliorossica.com/search.html?q=%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BA%D0%B0&pre_q=&pre_authors=&pre_publisher=&pre_titles=&pre_bbk=&pre_fulltext=&pre_category=&pre_subjects=&pre_isbn=&pre_free=&pre_startYear=&pre_endYear=&publisher=-1&category=-1&bookType=-1&startYear=&endYear=&authors=&titles=&subjects=&isbn=&bbk=)).
4. Птускин А.С., Нечеткие модели и методы в менеджменте: Учебное пособие / Птускин А.С. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 216 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703830307.html>.

в) методические рекомендации

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» (для студентов направления подготовки 38.04.05 - Бизнес-информатика) / сост. А.В. Велигура. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 41 с.
2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» (для студентов направления подготовки 38.04.05 - Бизнес-информатика) / сост. А.В. Велигура. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 13 с.

3. Велигура А.В. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем» (для студентов направления подготовки 38.04.05 - Бизнес-информатика) / сост. А.В. Велигура. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 27 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.studmed.ru>
11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://biblio.dahluniver.ru/>
12. База знаний WolframAlpha <http://Avww.wolframalpha.com/?source=nav>.
13. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для профессионального образования. /
14. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
15. Примеры решения задач в системе Wolfram Mathematica <http://demonstrations.wolfram.com/>; <http://reference.wolfram.com/language/>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и лабораторных занятий необходимы аудитории на 30-40 посадочных мест.

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс с ПЭВМ, подключенными к локальной сети и имеющими доступ в глобальную сеть Интернет и оснащенными необходимым программным обеспечением.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	OpenOffice 4.3.7	https://www.openoffice.org/
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	Adobe Acrobat Reader	https://get.adobe.com/ru/reader/
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Программа для вычисления математических выражений и построения графиков функций	Smath Studio Desktop	https://en.smath.com/view/SMathStudio/summary
Система для математических вычислений	GNU Octave	https://www.gnu.org/software/octave/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-3	Способен принимать решения в условиях неопределенности, риска и нечеткой информации	ПК-3.3.	Тема 1. Нечеткие множества и нечеткие отношения Тема 2. Элементы нечеткой логики. Методы принятия решений на основе теории нечетких множеств. Тема 3. Основы теории нейронных сетей Тема 4. Методы нечеткого моделирования	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины (модуля), практики	Наименование оценочного средства ²
1	ПК-3	ПК-3.3	Знать: Методы и алгоритмы классификации состояний экономических систем в условиях неопределенности и нечеткой информации Уметь: применять математический аппарат нейронных сетей и нечеткой логики для решения прикладных задач Владеть: навыками применения инструментальных средств создания нейронных сетей и реализации нечетких алгоритмов	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4	Собеседования (устный или письменный опрос), тесты, выполнение задания

Перечень вопросов по темам дисциплины

«Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем»

(для проведения собеседования (устный или письменный опрос))

Каждому студенту выдается свой собственный, сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия, области, категории.

Устные опросы проводятся во время практических занятий и возможны при проведении зачета в качестве дополнительного испытания при недостаточности результатов тестирования и решения задачи.

Письменный блиц-опрос проводится без предупреждения, что стимулирует обучающихся к систематической подготовке к занятиям.

При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений.

Тема 1. Нечеткие множества и нечеткие отношения

1. Понятие нечеткого множества.

2. Операции над нечеткими множествами.
3. Множества уровня и декомпозиция нечеткого множества.
4. Множество нечетких подмножеств для конечных множеств.
5. Расстояние между нечеткими множествами.
6. Отображение нечетких множеств.
7. Нечеткие графы. Нечеткие отношения: Определение нечеткого отношения, Операции над нечеткими отношениями, Проекция нечеткого отношения, Свойства нечетких отношений. Нечеткие отношения предпочтения

Тема 2. Элементы нечеткой логики. Методы принятия решений на основе теории нечетких множеств.

8. Понятие лингвистической переменной.
9. Описание объектов и явлений с помощью лингвистической переменной. (L-R)-представления лингвистических переменных.
10. Нечеткие числа.
11. Элементы нечеткой логики.
12. Многокритериальный выбор альтернатив на основе пересечения нечетких множеств.
13. Многокритериальный выбор альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения.
14. Многокритериальный выбор альтернатив с использованием правила нечеткого вывода.
15. Многокритериальный выбор альтернатив на основе аддитивной свертки.

Тема 3. Основы теории нейронных сетей.

16. Моделирование нейронных структур мозга.
17. Модель нейрона.
18. Примеры искусственных нейронных сетей.
19. Различные типы нейронов.
20. Задачи нейронных сетей.
21. Обучение однослойных нейронных сетей.
22. Многослойные нелинейные нейронные сети.
23. Алгоритм обратного распространения ошибки.
24. Эффективность нейросетей.

Тема 4. Методы нечеткого моделирования.

25. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе.
26. Построение самонастраивающихся нечетких моделей, на основе измеренных данных о входах и выходах системы.
27. Применение нейронечетких сетей для настройки параметров нечеткой модели.
28. Структуризация и обучение нейронных сетей.
29. Преобразование нечеткой модели Мамдани в нейронечеткую сеть.
Преобразование в нейронечеткую сеть нечеткой модели Такаги-Сугено.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Собеседование (устный или письменный опрос)»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	«Отлично» - вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и характеристики по теме

4	«Хорошо» - вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов.
3	«Удовлетворительно» - вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий.
2	«Неудовлетворительно» - ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.

Тестовые задания

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

В какой форме задано нечеткое множество

- ☐ интеграл Лебега
- ☐ смешанный граф
- ☐ аналитически
- ☐ перечислением

В какой форме задано нечеткое множество

$$A = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) = \frac{1}{x^2}\}$$

- ☐ граф
- ☐ перечислением
- ☐ аналитически
- ☐ графически

В каком году вышла первая статья Лотфи Заде по теории нечетких множеств?

- ☐ 2012 г.
- ☐ 1981 г.
- ☐ 1965 г.
- ☐ 1963 г.

В чем заключается смысл принципа эмерджентности в методологии системного ...

- ☐ любое свойство системы
- ☐ проявление новых свойств у системы, которого нет у составлявших
- ☐ название нового свойства системы
- ☐ любое свойство составлявших системы

В чем заключается смысл системного моделирования?

- ☐ выявление главного свойства модели
- ☐ построение модели в виде системы для изучения объекта исследований
- ☐ поиск цели системного моделирования
- ☐ получение информации о свойствах или поведении объекта

В чем смысл функции принадлежности?

- ☐ мера наличия указанного свойства
- ☐ мера сравнения мощности универсума

- ☐ расстояние между соседними элементами
- ☐ мера принадлежности элемента универсуму

Дайте определение понятию "бесконечное нечеткое множество".

- ☐ если его носитель бесконечен
- ☐ если его носитель конечен
- ☐ если его носитель есть функция
- ☐ если его носитель есть отображение

Дайте определение понятию "границы нечеткого множества".

- ☐ $terrA = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) > 0\}$
- ☐ $terrA = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) < 0\}$
- ☐ $terrA = \{x \mid x \in X, 0 < \mu_A(x) < 1\}$
- ☐ $terrA = \{x \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\}$

Дайте определение понятию "конечное нечеткое множество".

- ☐ если его носитель бесконечен
- ☐ если его носитель конечен
- ☐ если его носитель есть функция
- ☐ если его носитель есть отображение

Дайте определение понятию "лингвистическая неопределенность".

- ☐ количественная неопределенность события
- ☐ неопределенность в понимании терминов естественного языка и невозможность оценки истинности или ложности тех высказываний, в построении которых они участвуют
- ☐ вероятность события, которая может произойти
- ☐ вероятность меры правдоподобия, которая направлена на оценку истинности высказываний

Дайте определение понятию "метасистема".

- ☐ совокупность взаимодействий в системе
- ☐ исходная система, которая не является подсистемой другой системы
- ☐ совокупность элементов внешней среды
- ☐ совокупность элементов, взаимодействующих со средой

Дайте определение понятию "множество α -уровня".

- ☐ $A_\alpha = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) < \alpha\}$
- ☐ $A_\alpha = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) > \alpha\}$
- ☐ $A_\alpha = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) \leq \alpha\}$
- ☐ $A_\alpha = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) \geq \alpha\}$

Дайте определение понятию "нечеткая модель".

- ☐ информационная модель объекта, построенная на основе теории графов
- ☐ логическая модель, построенная на основе интегрального исчисления
- ☐ информационная модель, построенная на основе алгебры
- ☐ информационно-логическая модель, построенная на основе теории нечетких множеств и нечеткой логики

Дайте определение понятию "нечеткое множество".

- ☐ $A = \{(\mu_A(x), x^2) \mid x \in X, \mu_A : x \rightarrow [0; 1]\}$
- ☐ $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, \mu_A : y \rightarrow (0; 1)\}$

- ☐ $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in \mu_A, \mu_A : x \rightarrow (0;1]\}$
- ☐ $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, \mu_A : x \rightarrow [0;1]\}$

Дайте определение понятию "носитель нечеткого множества".

- ☐ $\sup pA = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) < 0\}$
- ☐ $\sup pA = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) \geq 0\}$
- ☐ $\sup pA = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) > 0\}$
- ☐ $\sup pA = \{y \mid x \in X, \mu_A(x) > 0\}$

Дайте определение понятию "подсистема".

- ☐ система, вложенная в исходную, и участвующая в ее структуре, как элемент
- ☐ совокупность вложенных взаимодействий системы
- ☐ совокупность взаимодействующих элементов системы в среде
- ☐ все элементы системы

Дайте определение понятию "процесс функционирования".

- ☒ процесс, отражающий структуру системы
- ☐ процесс, отражающий поведение системы во времени и в пространстве
- ☐ процесс, отражающий поведение системы во времени и представленный как последовательное изменение ее состояний
- ☐ процесс изменения поведения системы

Дайте определение понятию "пустое нечеткое множество".

- ☐ $\emptyset = \{(x, 1) \mid x \in X\}$
- ☐ $\emptyset = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, \mu_A(x) = 0\}$
- ☐ $\emptyset = \{(0, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$
- ☐ $\emptyset = \{(x, 0) \mid x \in X\}$

Дайте определение понятию "система".

- ☐ совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих объектов
- ☐ набор сигналов, передаваемых объектам некоторой совокупности
- ☐ главный объект в некоторой совокупности
- ☐ совокупность взаимодействующих объектов

Дайте определение понятию "среда".

- ☐ совокупность элементов системы
- ☐ совокупность элементов, не относящихся к системе, но оказывающих на нее влияние
- ☐ совокупность главных элементов системы
- ☐ совокупность главных воздействий на среду

Дайте определение понятию "функция принадлежности".

- ☐ $(\forall y \in X) [\mu_A(y) \in [10;11]]$
- ☐ $(\forall y \in X) [\mu_A(x) \in [0;1]]$
- ☐ $(\forall x \in X) [\mu_A(x) \in [0;1]]$
- ☐ $(\forall x \in A) [\mu_A(x) \in [0;1]]$

Дайте определение понятию "ядро нечеткого множества".

- ☐ $\ker A = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) = 0\}$
- ☐ $\ker A = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) = 1\}$
- ☐ $\ker A = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) > 1\}$
- ☐ $\ker A = \{x \mid x \in X, \mu_A(x) < 1\}$

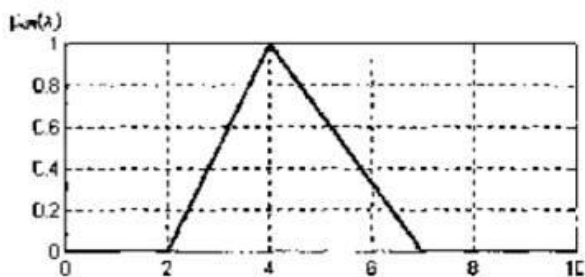
Как называется направление научно-прикладных исследований, применяющее теорию...

- ☐ Дискретная математика
- ☐ Нечеткая логика
- ☐ Теория тензоров
- ☐ Интегральное исчисление

Какие из терминов имеют отношение к нечетким операторам?

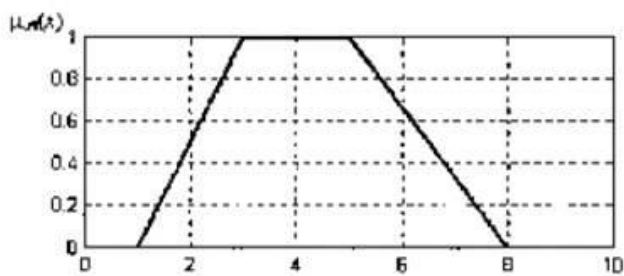
- ☐ a-норма
- ☐ s-норма
- ☐ p-норма
- ☐ t-норма

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



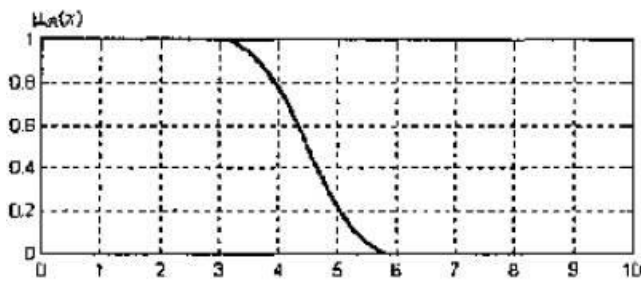
- ☐ трапецевидная
- ☐ Z-образная
- ☐ S-образная
- ☐ треугольная

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



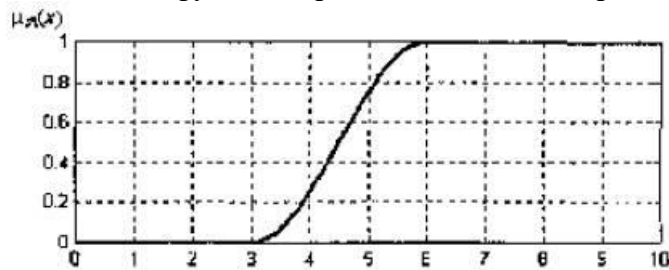
- ☐ трапецевидная
- ☐ сигмоидальная Z-образная
- ☐ линейная S-образная
- ☐ треугольная

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



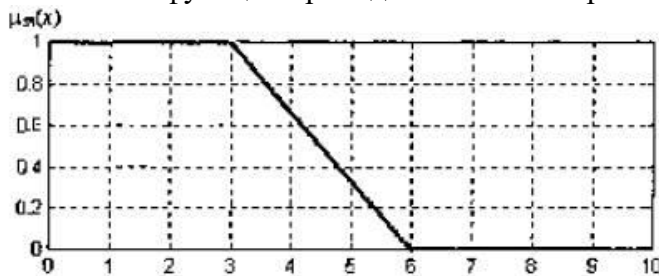
- ☐ трапецевидная
- ☐ сигмоидальная Z-образная
- ☐ сигмоидальная S-образная
- ☐ треугольная

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



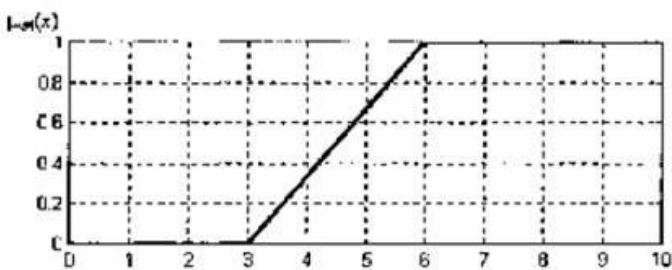
- ☐ трапецевидная
- ☐ сигмоидальная Z-образная
- ☐ сигмоидальная S-образная
- ☐ треугольная

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



- ☐ трапецевидная
- ☐ линейная Z-образная
- ☐ сигмоидальная S-образная
- ☐ треугольная

Какого типа функция принадлежности изображена на рисунке



- ☐ трапецевидная
- ☐ сигмоидальная Z-образная

- ☐ линейная S-образная
- ☐ треугольная

Кем были предложены основные идеи теории нечетких множеств?

- ☐ Лотфи Заде
- ☐ Ричард Кенинсберг
- ☐ Джарратано Эдварс
- ☐ Николай Бруно

Назовите формы задания нечеткого множества.

- ☐ аналитически
- ☐ перечислением
- ☐ интегралом
- ☐ графом

Опишите основные методы построения функций принадлежности.

- ☐ прямые
- ☐ криволинейные
- ☐ парные сравнения
- ☐ косвенные

Определите основные типы функций принадлежности.

- ☐ треугольные
- ☐ трапециевидные
- ☐ гауссовы
- ☐ ромбовые

Основные этапы нечеткого моделирования.

- ☐ совпадают с основными этапами системного моделирования
- ☐ отсутствует этап коррекции модели
- ☐ добавлен этап интеграции модели в процесс
- ☐ характеризуют процесс работы с нечеткой информацией

Перечислите основные этапы системного моделирования.

- ☐ анализ проблемной ситуации
- ☐ структуризация предметной области
- ☐ вычислительный эксперимент
- ☐ фаззификация модели

Чему равна высота нечеткого множества

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

- ☐ 0,15
- ☐ 1
- ☐ 0
- ☐ 0,9

Чему равна высота нечеткого множества

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$$

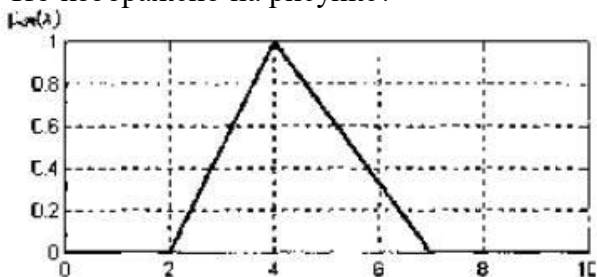
- ☐ 0,15
- ☐ 1
- ☐ 0
- ☐ 0,5

Чему равна точка перехода нечеткого множества

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

- ☐ 1
- ☐ 6
- ☐ 5
- ☐ 4

Что изображено на рисунке?



- ☐ элементы универсума нечеткого множества
- ☐ график функции принадлежности нечеткого множества
- ☐ гора Моисея
- ☐ пирамида Хеопса

Выберите носитель для нечеткого множества

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

- ☐ $X = \{1, 6\}$
- ☐ $X = \{2, 3, 4, 5\}$
- ☐ $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- ☐ $X = \{1\}$

Выберите универсум для нечеткого множества

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

- ☐ $X = \{1, 6\}$
- ☐ $X = \{2, 3, 4, 5\}$
- ☐ $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$

- ☐ $X = \{1\}$

Высота нечеткого множества есть величина

- ☐ $h_A = \sup_{x \in X} \mu_A(x)$
- ☐ $h_A = \inf_{x \in X} \mu_A(x)$
- ☐ $h_A = \min_{x \in X} \mu_A(x)$
- ☐ $h_A = \max_{x \in X} \mu_A(x)$

Для нечеткого множества определите его границы

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$$

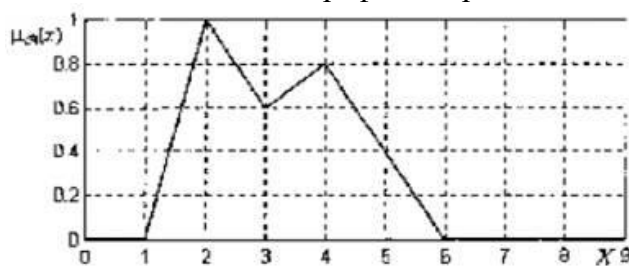
- ☐ $terrA = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- ☐ $terrA = \{1, 5, 6\}$
- ☐ $terrA = \{2, 3, 4\}$
- ☐ $terrA = \{2, 3, 4, 5\}$

Для нечеткого множества определите его границы.

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

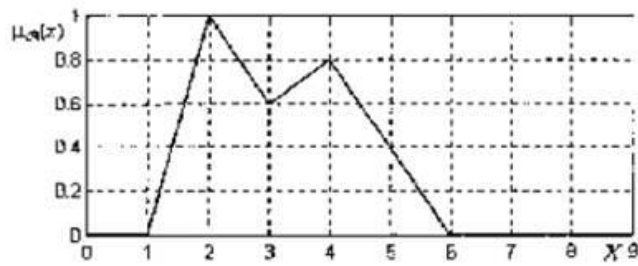
- ☐ $terrA = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- ☐ $terrA = \{2, 3, 4, 5\}$
- ☐ $terrA = \{2, 3, 4\}$
- ☐ $terrA = \{1, 5, 6\}$

Для нечеткого множества на графике определите его границы



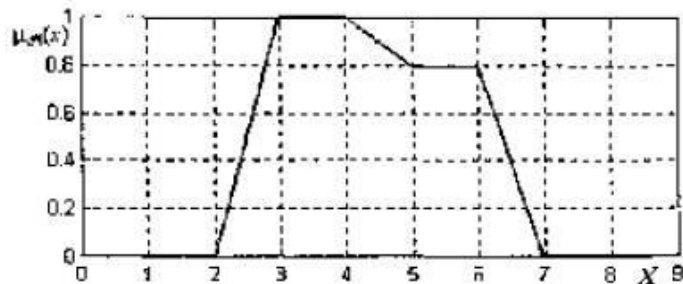
- ☐ $terrA = [1; 2]$
- ☐ $terrA = [2; 3]$
- ☐ $terrA = (3; 6)$
- ☐ $terrA = (1; 2) \cup (2; 6)$

Для нечеткого множества на графике определите его ядро



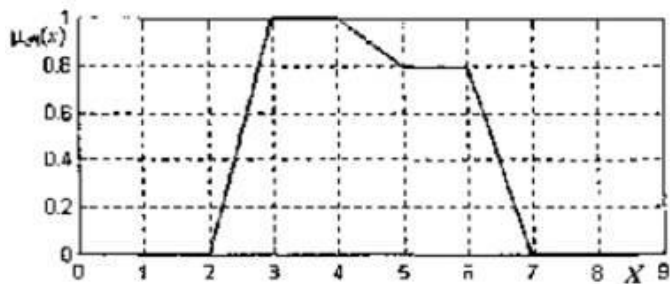
- ☐ $\ker A = \{2\}$
- ☐ $\ker A = \{3\}$
- ☐ $\ker A = \{4\}$
- ☐ $\ker A = \emptyset$

Для нечеткого множества на графике определите его ядро



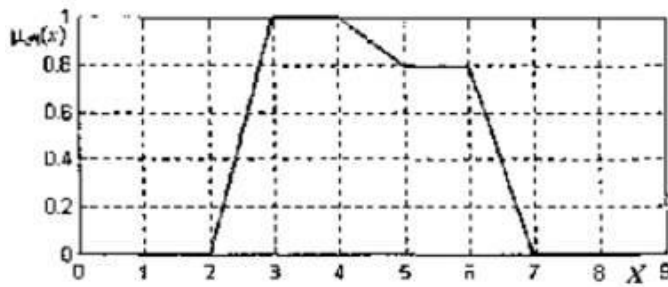
- ☐ $\ker A = [2; 6]$
- ☐ $\ker A = [3; 6]$
- ☐ $\ker A = [3; 4]$
- ☐ $\ker A = [5; 6]$

Для функции принадлежности, изображенной на рисунке, выберите правильные ответы



- ☐ $\sup pA = [2; 7]$
- ☐ $h_A < 1$
- ☐ $\ker A = [3; 5]$
- ☐ $\ker A = [3; 4]$

Для функции принадлежности, изображенной на рисунке, выберите правильные ответы



- ☐ $h_A = 1$
- ☐ $\sup pA = [2; 8]$
- ☐ $\text{terr} A = [2; 3] \cup [4; 7]$
- ☐ $\ker A = [3; 4]$

Как записывается свойство ограниченности для s-нормы?

- ☐ $S(x, 0) = x$
- ☐ $S(x, 0) = 0$
- ☐ $S(x, 1) = 1$
- ☐ $S(x, 1) = x$

Как записывается свойство ограниченности для t-нормы?

- ☐ $T(x, 0) = x$
- ☐ $T(x, 0) = 0$
- ☐ $T(x, 1) = 1$
- ☐ $T(x, 1) = x$

Как записываются свойства монотонности треугольных норм и конорм?

- ☐ $(x \leq z_1) \wedge (y \leq z_2) \Rightarrow (T(x, y) \geq T(z_1, z_2))$
- ☐ $(T(x, y) \leq T(z_1, z_2)) \Rightarrow (x \leq z_1) \wedge (y \leq z_2)$
- ☐ $(T(x, y) \geq T(z_1, z_2)) \Rightarrow (x \leq z_1) \wedge (y \leq z_2)$
- ☐ $(x \leq z_1) \wedge (y \leq z_2) \Rightarrow (T(x, y) \leq T(z_1, z_2))$

Как называется функция принадлежности, описываемая законом

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

- ☐ трапецевидной
- ☐ Z-образной
- ☐ S-образной

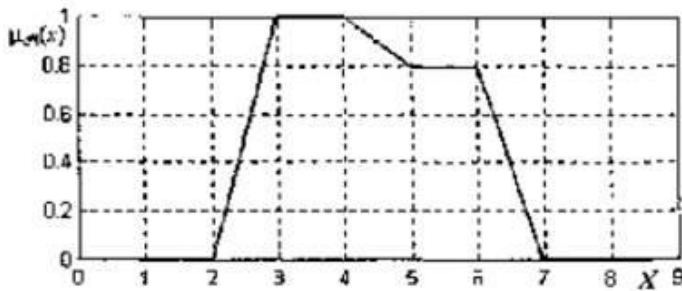
- ☐ треугольной

Как называется функция принадлежности, описываемая законом

$$f(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$

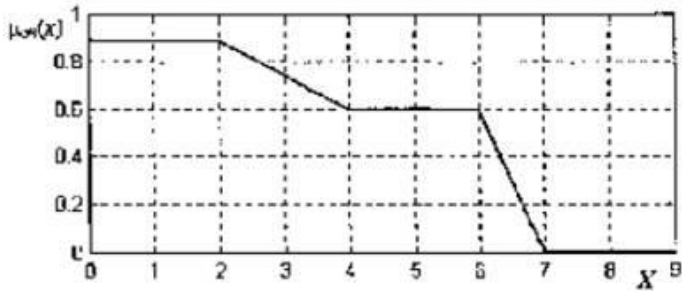
- ☐ трапецевидной
- ☐ Z-образной
- ☐ S-образной
- ☐ треугольной

Какая функция принадлежности изображена на рисунке



- ☐ бестолковая
- ☐ субнормальная
- ☐ аморальная
- ☐ нормальная

Какая функция принадлежности изображена на рисунке



- ☐ бестолковая
- ☐ субнормальная
- ☐ аморальная
- ☐ нормальная

Какие операции используются в определении алгебраической нормы?

- ☐ умножение
- ☐ деление

- ☐ сложение
- ☐ вычитание

Какими особенностями обладает модель?

- ☐ отражает наиболее существенные закономерности ее структуры
- ☐ отражает наиболее существенные закономерности процесса функционирования
- ☐ является процессом модели
- ☐ описывается на некотором формальном языке

Какими свойствами не обладает s-норма?

- ☐ иерархичность
- ☐ транзитивность
- ☐ коммутативность
- ☐ эквивалентность

Какими свойствами не обладает t-норма?

- ☐ ассоциативность
- ☐ иерархичность
- ☐ транзитивность
- ☐ эквивалентность

Какими свойствами обладает s-норма?

- ☐ дистрибутивность
- ☐ ограниченность
- ☐ ассоциативность
- ☐ монотонность

Какими свойствами обладает t-норма?

- ☐ дистрибутивность
- ☐ ограниченность
- ☐ коммутативность
- ☐ монотонность

В

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6} \quad \text{и} \quad B = \frac{0}{1} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0}{6}$$

множества

- ☐ $A \subset B$
- ☐ $B \subseteq A$
- ☐ $B \subset A$
- ☐ $A \subseteq B$

Дайте определение операции дополнения нечетких множеств.

- ☐ $\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}(x)) \mid x \in X, \mu_{\bar{A}}(x) = 1 + \mu_A(x)\}$
- ☐ $\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}(x)) \mid x \in X, \mu_{\bar{A}}(x) = \mu_A(x) - 1\}$

- $\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}(x)) \mid x \in X, \mu_{\bar{A}}(x) = \mu_A(x)\}$
- $\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}(x)) \mid x \in X, \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)\}$

Дайте определение операции подмножество нечетких множеств.

- $A \subseteq B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) > \mu_B(x)]$
- $A \subseteq B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) \leq \mu_B(x)]$
- $A \subseteq B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) = \mu_B(x)]$
- $A \subseteq B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) \geq \mu_B(x)]$

Дайте определение операции равенство нечетких множеств.

- $A = B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) > \mu_B(x)]$
- $A = B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) \leq \mu_B(x)]$
- $A = B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) = \mu_B(x)]$
- $A = B \Leftrightarrow (\forall x \in X) [\mu_A(x) \geq \mu_B(x)]$

Дайте определение операции разности нечетких множеств.

- $A \setminus B = \{(x, \mu_{A \setminus B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \setminus B}(x) = \max\{\mu_A(x) + \mu_B(x), 0\}\}$
- $A \setminus B = \{(x, \mu_{A \setminus B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \setminus B}(x) = \min\{\mu_A(x) - \mu_B(x), 0\}\}$
- $A \setminus B = \{(x, \mu_{A \setminus B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \setminus B}(x) = \max\{\mu_A(x) - \mu_B(x), 0\}\}$
- $A \setminus B = \{(x, \mu_{A \setminus B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \setminus B}(x) = \max\{\mu_A(x) \cdot \mu_B(x), 0\}\}$

Объединение

нечетких

множеств
есть

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.7}{4} + \frac{0.85}{5} + \frac{1}{6} \quad \text{и} \quad B = \frac{1}{1} + \frac{0.85}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$$

- $C = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$
- $C = \frac{1}{1} + \frac{0.85}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{0.7}{4} + \frac{0.85}{5} + \frac{1}{6}$
- $C = \frac{1}{1} + \frac{0.35}{2} + \frac{0.34}{3} + \frac{0.33}{4} + \frac{0.32}{5} + \frac{0}{6}$
- $C = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.7}{4} + \frac{0.85}{5} + \frac{1}{6}$

Объединение нечетких множеств для минимаксного подхода.

- $A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cup B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$
- $A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)) \mid x \in X, \mu_A(x) \geq \mu_B(x)\}$
- $A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$
- $A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)) \mid x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x)\}$

Объединением нечетких множеств для алгебраического подхода.

- ☐ $A + B = \{(x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)\}$
- ☐ $A + B = \{(x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) - \mu_B(x)\}$
- ☐ $A + B = \{(x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) - \mu_B(x) + \mu_A(x)\mu_B(x)\}$
- ☐ $A + B = \{(x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x)\mu_B(x)\}$

Пересечение

нечетких

множеств
есть

$$A = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.7}{4} + \frac{0.85}{5} + \frac{1}{6} \quad \text{и} \quad B = \frac{1}{1} + \frac{0.85}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$$

- ☐ $C = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{0}{6}$
- ☐ $C = \frac{1}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0.4}{5} + \frac{1}{6}$
- ☐ $C = \frac{1}{1} + \frac{0.35}{2} + \frac{0.34}{3} + \frac{0.33}{4} + \frac{0.32}{5} + \frac{0}{6}$
- ☐ $C = \frac{0}{1} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.7}{4} + \frac{0.85}{5} + \frac{1}{6}$

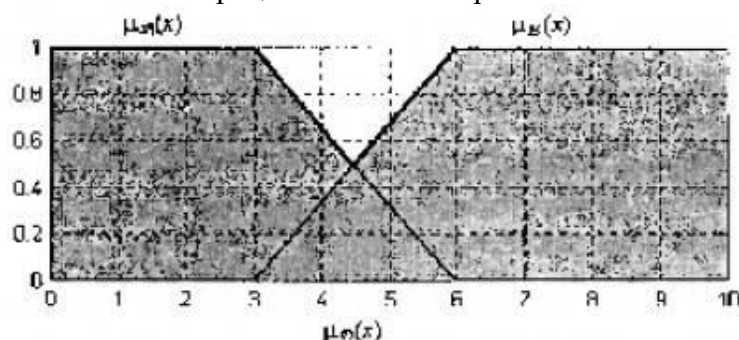
Пересечение нечетких множеств для алгебраического подхода.

- ☐ $A \cdot B = \{(x, \mu_{A \cdot B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cdot B}(x) = \mu_A(x) / \mu_B(x)\}$
- ☐ $A \cdot B = \{(x, \mu_{A \cdot B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cdot B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)\}$
- ☐ $A \cdot B = \{(x, \mu_{A \cdot B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cdot B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x)\}$
- ☐ $A \cdot B = \{(x, \mu_{A \cdot B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cdot B}(x) = \mu_A(x) - \mu_B(x)\}$

Пересечение нечетких множеств для минимаксного подхода.

- ☐ $A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$
- ☐ $A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)) \mid x \in X, \mu_A(x) > \mu_B(x)\}$
- ☒ $A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)) \mid x \in X, \mu_{A \cap B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$
- ☐ $A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)) \mid x \in X, \mu_A(x) < \mu_B(x)\}$

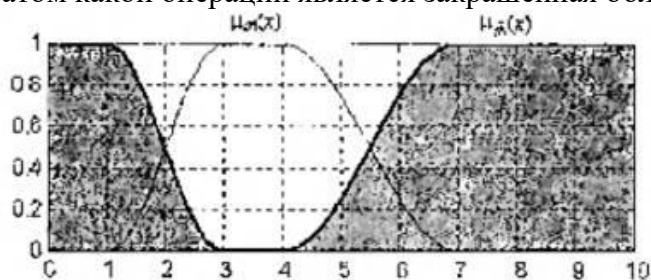
Результатом какой операции является закрашенная область



- ☐ пересечение
- ☐ дополнение к A

- ☐ объединение
- ☐ дополнение к В

Результатом какой операции является закрашенная область



- ☐ отрицания
- ☐ вычитания
- ☐ дополнения
- ☐ пересечения

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тест»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тестировании пройдено на «отлично» при 90-100% правильных ответов
4	Тестировании пройдено на «хорошо» при 75-89% правильных ответов
3	Тестировании пройдено на «удовлетворительно» при 60-74% правильных ответов
2	Тестировании пройдено на «неудовлетворительно» при 59% и меньше правильных ответов

Контрольная работа

Решение практических задач в рамках контрольной работы осуществляется с целью проверки уровня знаний, умений, владений, понимания студентом основных методов и законов изучаемой теории при решении конкретных практических задач, умения применять на практике полученных знаний.

Контрольная работа включает выполнение заданий по вариантам и содержит тематические разделы согласно перечню практических занятий рабочей программы дисциплины.

Контрольная работа для проведения текущего контроля

1. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Δ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей пороговую функцию активации ($T=0,7$). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций дизъюнкции и импликации (не использовать первую строку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

2. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Δ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей линейную функцию активации ($k=0,6$). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций

конъюнкции и дизъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

3. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Δ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей сигмоидальную функцию активации ($k=1$). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций импликации и конъюнкции (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

4. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Δ -правилу однослойной бинарной однородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и имеющей функцию активации гиперболический тангенс ($k=1$). В качестве обучающей выборки использовать таблицу истинности для операций эквивалентности и импликации (не использовать первую строчку таблицы). Синаптические веса задать случайным образом.

5. Просчитать одну итерацию цикла обучения по Δ -правилу однослойной бинарной неоднородной нейронной сети, состоящей из 2 нейронов и

Выполненные работы загружаются в систему дистанционного образования кафедры экономической кибернетики и прикладной статистики <https://ecpsdhl.ru/>

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Назначение: ФОС предназначен для контроля и оценки промежуточных результатов освоения учебной дисциплины «Нейро-нечеткие технологии моделирования экономических систем».

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация проходит в письменной форме и включает теоретическую часть (раскрыть два теоретических вопроса) и практическую часть (решение задачи). Возможны устные вопросы при проведении зачета в качестве дополнительного испытания при недостаточности результатов письменного ответа и решения задачи.

Время выполнения – 60 минут.

Условия выполнения: кабинет, тестовая программа либо раздаточный материал.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Нечеткая алгебра как расширение булевой алгебры
2. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика. Мягкие вычисления.
3. Лингвистическая неопределенность. Нечеткая логика и теория вероятностей.
4. Определения нечетких множеств. Диаграмма Заде. Представления нечетких множеств. Диаграмма Венна.
5. Характеристики, операции, свойства нечетких множеств

6. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения
7. Определения нечеткой и лингвистической переменных.
8. Нечеткие величины, числа и интервалы.
9. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы
10. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты.
11. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний.
12. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний.
13. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций.
14. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций
15. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.
16. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification).
17. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани (Mamdani). Алгоритм Цукamoto (Tsukamoto). Алгоритм Ларсена (Larsen). Алгоритм Сугено (Sugeno).
18. Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах управления.
19. Основные элементы системы MATLAB. Основные приемы работы в системе MATLAB.
20. Редактор систем нечеткого вывода FIS. Редактор функций принадлежности. Редактор правил системы нечеткого вывода. Программа просмотра правил системы нечеткого вывода. Программа просмотра поверхности системы нечеткого вывода.
21. Общая характеристика задач кластерного анализа. Задача нечеткой кластеризации и алгоритм ее решения.
22. Общая формальная постановка задачи нечеткого кластерного анализа. Уточненная постановка задачи нечеткой кластеризации. Алгоритм решения задачи нечеткой кластеризации методом нечетких с-средних.
23. Средства решения задачи нечеткой кластеризации в пакете Fuzzy Logic ToolBox.
24. История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон.
25. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети.
26. Классификация нейронных сетей и их свойства.
27. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть.
28. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.
29. Назначение пакета Neural Networks Toolbox. Обзор функций пакета Neural Networks Toolbox.
30. Создание и исследование нейронных сетей средствами пакета Neural Networks Toolbox.
31. Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.
32. Обучение гибридной нейронной сети.
33. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.

Примеры задач

1. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи закупок (соотношения цены, качества, объема закупок и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).
2. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи распределения нагрузок спортсмена (соотношение нагрузок, физического состояния,

потребляемых калорий и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

3. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи управления транспортным средством (регулировка скорости с учетом передачи, погодных условий, интенсивности потока и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

4. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи управления транспортным средством (управление рулем, газом, тормозом при въезде в гараж), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

5. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи регулирования теплоснабжения (соотношение среднесуточной температуры, ветра, размера здания и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

6. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи регулирования реверсного движения на волжском мосту (учитывать время, интенсивность потока, день недели и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

7. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи подбора специй для блюда (соотношение количества и остроты специй, рецептуры, предпочтений едока, объема пищи и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

8. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи подбора объема блюд (учитывать калорийность, вкусовые предпочтения, количество едоков и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

9. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи подачи электроэнергии в условиях экономии (учет времени суток, типа помещений, количества людей, типа оборудования и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

10. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи подбора интенсивности занятий (учитывать начальный уровень подготовки, объем учебного материала, количество человек в группе, необходимый уровень усвоения и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

11. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи расчета потребления бензина (учитывать тип совершаемых маневров, уровень подготовки водителя, состояние автомобиля, тип автомобиля и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

12. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи регулирования системы орошения (учитывать время года, количество выпадающих осадков, вид орошаемой культуры и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

13. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи настройки аудиосистемы (мощность колонок, их количество, размер помещения, назначение установки и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

14. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи выбора дозы снотворного (количество препарата, действие препарата, восприимчивость к выбранному препарату, цель и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

15. Построить нечеткую базу знаний (использовать не менее 3 лингвистических переменных) для задачи планирования объема производства продукции (с учетом возможной прибыли, необходимых ресурсов, платежеспособности населения, рынка сбыта и т.д.), проверить ее на полноту и произвести нечеткий вывод для конкретных значений (выбрать случайным образом).

10. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут; – продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)