Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория нечетких множеств

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
(направленность (профиль): «Математическое моделирование и интеллектуальный анализ данных»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 10-04-2025 15:03:10 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение основных методов теории нечетких множеств; развитие логического и алгоритмического мышления;
– формирование навыков формализации моделей реальных процессов; анализа систем, процессов и явлений при поиске неточных решений и выборе наилучших способов реализации этих решений;
– формирование понимания специфики взаимосвязи и взаимодействия теории нечетких множеств и систем с современными проблемами фундаментальной информатики и информационных технологий.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ нечеткого анализа, приемов и методов исследования и решения математически и логически формализованных задач с помощью положений теории нечетких множеств;
– формирование культуры мышления, умения демонстрировать базовые знания нечеткого анализа, и приобретать новые научные и профессиональные знания по теории нечетких множеств;
– развитие способностей и навыков моделирования и анализа различных типов неопределенностей с помощью методов теории нечетких множеств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Специальные главы математики.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Теория прогнозирования;
– Методы оптимизации.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен проводить аналитические исследования с применением технологии больших данных в соответствии с требованиями заказчика	ПК-2.1 Выбирает методы и инструментальные средства анализа больших данных для проведения аналитических работ	– знать: методы теории нечетких множеств для выполнения аналитических расчетов. – уметь: применять инструменты теории нечетких множеств при решении прикладных задач.
		ПК-2.2 Разрабатывает математические модели, выполняет поверку и оценку используемых моделей	– знать: модели теории нечетких множеств в аналитических расчетах. – уметь: применять известные модели теории нечетких множеств для решения практических задач.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***67***	*67*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Нечеткие множества;

Тема 1.1 Основные понятия нечетких множеств (Определение нечеткого множества. Носитель нечеткого множества. Точка перехода. Нормальное нечеткое множество. Субнормальное нечеткое множество. Множество альфа-уровня);

Тема 1.2 Функции принадлежности нечеткого множества (Методы построения функции принадлежности. Способы экспертного опроса. Функции принадлежности для нечеткого множества с непрерывным носителем);

Раздел 2 Операции над нечеткими множествами;

Тема 2.1 Основные операции над нечеткими множествами (Подмножество нечеткого множества. Операции дополнения, пересечения, объединения нечетких множеств. Свойства операций);

Тема 2.2 Обобщенные нечеткие операторы (Т-норма и Т-конорма. Умножение нечеткого множества на число и возведение нечеткого множества в степень);

Раздел 3 Лингвистическая переменная и массивы больших данных;

Тема 3.1 Нечеткая и лингвистическая переменные (Определение лингвистической переменной. Составная лингвистическая переменная. Синтаксическое правило. Семантическое правило. Модификаторы лингвистической переменной.);

Тема 3.2 Лингвистические переменные в массивах больших данных (Использовании нечетких множеств при обработке массивов больших данных в условиях неточности и неопределенности.);

Раздел 4 Нечеткие отношения;

Тема 4.1 Нечеткие бинарные отношения (Определение нечеткого отношения. Функция принадлежности нечеткого отношения. Свойства нечетких отношений. Матричное представление нечетких отношений);

Тема 4.2 Операции над нечеткими отношениями (Комбинации двух нечетких отношений. Классификация нечетких отношений).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Нечеткие множества. Основные понятия нечетких множеств. Функции принадлежности нечеткого множества	4	
Раздел 2.	Операции над нечеткими множествами. Основные операции над нечеткими множествами. Обобщенные нечеткие операторы	4	
Раздел 3.	Лингвистическая переменная и массивы больших данных	4	
Раздел 4.	Нечеткие отношения. Нечеткие бинарные отношения. Операции над нечеткими отношениями	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Нечеткие множества.	4	
Раздел 2.	Операции над нечеткими множествами.	4	
Раздел 3.	Лингвистическая переменная и массивы больших данных	4	
Раздел 4.	Нечеткие отношения.	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме

			практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	19	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	16	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**76**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**
Раздел 1.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-2	1. Зачет на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля.

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	2
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

В завершении изучения дисциплины «Теория нечетких множеств» проводится тестирование. Тестовые задания служат для быстрой проверки освоенного материала. Тестирование дает представление о том, насколько глубоко студенты овладели учебным материалом. Тестовые задания предусмотрены по каждому разделу изучаемой дисциплины. Вопросы тестовых заданий интегрированы в систему обучения Moodle СибГИУ. По завершении изучаемого раздела дисциплины обучающиеся обязаны пройти тестирование и получить оценку «зачтено». При получении оценки «не зачтено» студенты повторно проходят тестирование до тех пор, пока не будет получена оценка «зачтено».

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл, %	Проходной балл, %	Оценка

100	более 50	зачтено
50	0	не зачтено

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Зачет проводится на основе текущего контроля успеваемости при условии успешного выполнения обучающимся в полном объеме всех практических работ, в соответствии с их перечнем, и самостоятельной работы.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он усвоил программный материал, подтвердил его освоение выполнением всех практических работ в полном объеме, в соответствии с их перечнем, прошел тестирование по каждому разделу дисциплины с результатом 50% и более.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не усвоил значительную часть программного материала, не выполнил практические работы в полном объеме, в соответствии с их перечнем, не прошел тестирование по каждому разделу дисциплины с результатом 50% и более.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление : [учебное пособие] ; пер. с англ. / А. Пегат : под ред. Ю.В. Тюменцева. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с. : ил. – (Адаптивные и интеллектуальные системы). – URL: https://libr.sibsiu.ru:443/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=39779&idb=0 (дата обращения: 22.03.2025);

2 Назаров, Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств : учебное пособие для вузов / Д.М. Назаров, Л.К. Конышева. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 186 с. – ISBN 978-5-534-07496-3. – URL: https://urait.ru/bcode/539066 (дата обращения: 22.03.2025);

3 Батыршин, И.З. Нечеткие гибридные системы. Теория и практика / Под ред. Н.Г. Ярушкиной. – Москва : Физматлит, 2007. – 208 с. – ISBN 978-5-9221-0786-0. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107860.html (дата обращения: 22.03.2025);

4 Конюхов, А. Н. Основы теории нечетких множеств : учебное пособие / А. Н. Конюхов, А. Б. Дюбуа, А. С. Сафошкин. — Рязань : РГРТУ, 2017 — Часть 1 — 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168218 (дата обращения: 22.03.2025);

5 Броневич, А. Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений : учебное пособие / А. Г. Броневич, А. Е. Лепский. – Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2022. – 264 с. : ил., табл. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699504 (дата обращения: 25.03.2024) (дата обращения: 22.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Maxima;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным

проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерами и учебной доской;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Составитель(и):

доцент Лактионов Сергей Андреевич (кафедра прикладной математики и информатики).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласован:

Заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования КГПИ КемГУ, д.т.н., проф  В.О. Каледин

Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Даны векторы $\vec{a}=(-1;2;0)$ и $\vec{b}=(-1;5;2)$. Тогда вектор $\vec{c}=2\vec{a}-3\vec{b}$ имеет координаты

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
(5; – 11;– 6)	(1; – 11;– 6)	(1; – 9;– 6)	(1; – 11; 6)

2. Разложение вектора $\vec{c}=(4;3)$ по базису векторов $\vec{a}=(1;1)$, $\vec{b}=(2;1)$ имеет вид

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$\vec{c}=6\vec{a}-\vec{b}$	$\vec{c}=2\vec{a}-\vec{b}$	$\vec{c}=2\vec{a}+\vec{b}$	$\vec{c}=2\vec{a}-3\vec{b}$

3. Скалярное произведение векторов $\vec{a}=(-1;2;0)$ и $\vec{b}=(-1;5;2)$ равно

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
12	11	8	7

4. Векторное произведение векторов $\vec{a}=(-1;2;0)$ и $\vec{b}=(-1;5;2)$ равно

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$\vec{a}\times\vec{b}=(3;-2;4)$	$\vec{a}\times\vec{b}=(4;2;-3)$	$\vec{a}\times\vec{b}=(-2;3;4)$	$\vec{a}\times\vec{b}=(2;-2;-3)$

5. Смешанное произведение векторов $\vec{a}=(-1;2;0)$, $\vec{b}=(-1;5;2)$ и $\vec{c}=(0;1;-1)$ равно

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
7	10	5	8

6. Собственные числа матрицы $A=\begin{pmatrix}-3 & 2\\ 0 & 2\end{pmatrix}$ равны

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$\lambda_1=-3,\ \lambda_2=2$	$\lambda_1=3,\ \lambda_2=-2$	$\lambda_1=0,\ \lambda_2=2$	$\lambda_1=2,\ \lambda_2=6$

7 Прямые $x=8$, $y=-4$ пересекают прямую $x+5y+37=0$ в точках A, B соответственно. Найти длину вектора $\overline{AB}$.

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$\sqrt{13}$	$\sqrt{26}$	$\sqrt{29}$	$\sqrt{12}$

8. Составить уравнение прямой, проходящей через точку $A(2;-3)$ перпендикулярно вектору $\overline{AB}=3\cdot\bar{i}-2\cdot\bar{j}$.

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$3x-2y-13=0$	$3x-2y-12=0$	$3x+2y-12=0$	$2x+3y+2=0$

9. Найти область определения функции $f(x)=\arccos(2x+3)$.

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$(-2;-1)$	$[-2;-1]$	$[-1;1]$	$(-\infty;+\infty)$

10. Найти область значений функции $f(x)=2\cdot\cos(2x-1)+1$.

Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3	Ответ 4
$[-1;3]$	$[3;2]$	$(1;2]$	$(-\infty;+\infty)$

2 Вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам учебной дисциплины

Раздел 1 Нечеткие множества
Перечень вопросов для устного опроса

1. Что такое универсальное множество?
2. Дайте определение понятию «Нечеткое множество».
3. Что такое функция принадлежности?
4. Что такое носитель нечеткого множества?
5. Что такое высота нечеткого множества?
6. Дайте определение нормального и субнормального нечетких множеств.
7. Что называется ядром нечеткого множества?
8. Какие точки называются точками перехода нечеткого множества?
9. Что такое выпуклое нечеткое множество?
10. Что такое альфа-срез нечеткого множества?

Раздел 2 Операции над нечеткими множествами
Перечень вопросов для устного опроса

1. Как определяется подмножество нечеткого множества?
2. Перечислите основные операции над нечеткими множествами.
3. В чем сходство и в чем отличие операций над нечеткими и обычными множествами?
4. Дайте определение Т-нормы и Т-конормы.
5. Как определяют операцию умножения нечеткого множества на число?
6. Как определяют операцию возведения нечеткого множества в целую неотрицательную степень?
7. Как определяется степень равенства между нечеткими множествами?
8. В чем состоит операция концентрирования для нечеткого множества?
9. В чем состоит операция растяжения для нечеткого множества?
10. Что дает операция контрастной интенсивности?

Раздел 3 Лингвистическая переменная и массивы больших данных
Перечень вопросов для устного опроса

1. Что называется нечеткой переменной?
2. Что называется лингвистической переменной?
3. Как называется множество значений лингвистической переменной?
4. В чем смысл синтаксической процедуры лингвистической переменной?
5. В чем смысл семантической процедуры лингвистической переменной?
6. Какие бывают модификаторы лингвистической переменной?
7. Как определяются соответствия между модификаторами переменной и функциями принадлежности?

8. Какие лингвистические переменные называются составными?
9. В чем состоит применение нечетких множеств в задачах классификации больших данных?
10. Как используются нечеткие множества в задаче распознавание изображений?

Раздел 4 Нечеткие отношения
Перечень вопросов для устного опроса

1. Как определяется нечеткое отношение?
2. Как задать функцию принадлежности нечеткого отношения?
3. В чем состоит матричное представление нечеткого отношения?
4. В чем состоит задание нечеткого отношения в форме нечеткого графа?
5. Перечислите свойства нечетких отношений.
6. Какие существуют операции на нечетких отношениях?
7. В чем состоит комбинация двух нечетких отношений?
8. Какое нечеткое отношение называется нечетким отображением?
9. Сформулируйте принцип обобщения в теории нечетких множеств.
10. Перечислите свойства бинарных нечетких отношений.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Раздел 1. Нечеткие множества

Тестовые задания

Один верный ответ

1. Функция принадлежности $\mu_A(x)$ нечёткого множества *A*:

Ответ 1	задает степень принадлежности каждого элемента x универсального множества *U* к данному нечёткому множеству *A*
Ответ 2	совокупность абстрактных сущностей или объектных переменных
Ответ 3	совокупность пар $\langle x,\mu_A(x)\rangle$, $x \in U$, где *U* – универсальное множество, $\mu_A(x)$ - область принадлежности
Ответ 4	задает степень принадлежности только одного элемента x универсального множества *U* к данному нечёткому множеству *A*.

2. Нечеткое множество *A* называется унимодальным, если:

Ответ 1	$\mu_A(x)=1$ только для единственного $x \in U$

Ответ 2	$\mu_A(x)=1$ для многих значений $x \in U$
Ответ 3	$\forall x \in U:\ \mu(x)=0$
Ответ 4	его носитель состоит из единственной точки

3. Чему равняется $\mu_A(x)$ в точке перехода нечеткого множества A?

Ответ 1	**Ответ 2**	**Ответ 3**	**Ответ 4**
$\mu_A(x)=0$	$\mu_A(x)=0,25$	$\mu_A(x)=0,5$	$\mu_A(x)=0,75$

4. Нечеткое множество A называется пустым, если:

Ответ 1	**Ответ 2**	**Ответ 3**	**Ответ 4**
$\forall x \in U:\ \mu(x)=0$	$\forall x \in U:\ \mu(x)>0$	$\forall x \in U:\ \mu(x)=1$	$\forall x \in U:\ \mu(x)=0,5$

Несколько верных ответов

5. Высота h(A) нечеткого множества *A*

Ответ 1	величина максимума для значений функции принадлежности нечеткого множества *A* универсального множества *U*
Ответ 2	величина минимума для значений функции принадлежности нечеткого множества *A* универсального множества *U*
Ответ 3	это число, которое в случае дискретного универсума определяется как сумма всех степеней принадлежности нечеткого множества
Ответ 4	величина, равная верхней границе всех степеней принадлежности нечеткого множества
Ответ 5	элемент с ненулевой степенью принадлежности

6. Какой функцией принадлежности задается четкое множество *A**, ближайшее к нечеткому множеству A?

Ответ 1	Ответ 2
$\mu_{A^*}(x)=\begin{cases}0, & x<0,4;\\ \dfrac{x-0,4}{0,6-0,4}, & 0,4\le x\le 0,6;\\ 1, & x>0,6.\end{cases}$	$\mu_{A^*}(x)=\begin{cases}0, & \mu_A(x)<0,55;\\ 1, & \mu_A(x)>0,55;\\ 1 \text{ или } 0, & \mu_A(x)=0,55.\end{cases}$
Ответ 3	**Ответ 4**
$\mu_{A^*}(x)=\begin{cases}0, & \mu_A(x)<0,5;\\ 1, & \mu_A(x)\ge 0,5.\end{cases}$	$\mu_{A^*}(x)=\begin{cases}0, & \mu_A(x)\le 0,5;\\ 1, & \mu_A(x)>0,5.\end{cases}$

7. Нечеткое множество *A* содержится в нечетком множестве B, если:

Ответ 1	множество *A* является подмножеством *B*
Ответ 2	$A \subset B \Leftrightarrow \mu_A(x) \le \mu_A(x),\ x \in U$
Ответ 3	$A \subset B \Leftrightarrow \mu_A(x) = \mu_A(x),\ \forall x \in U$
Ответ 4	множество *B* является подмножеством *A*
Ответ 5	значение функции принадлежности любого элемента $x \in U$ к

	множеству *A* равно значению функции принадлежности этого элемента к множеству *B*
Ответ 6	значение функции принадлежности любого элемента $x \in U$ к множеству *A* меньше или равно значению функции принадлежности этого элемента к множеству *B*

Задания с закрытым ответом

8. Нечеткое множество A = {1/0,2, 2/0,5, 3/0,5, 4/0,8, 5/1, 6/0,9, 7/0,8, 8/0,5, 9/0,4}. Найти точки перехода. В ответе указать число точек перехода.

Ответ	

9. Нечеткое множество A = {1/0,2, 2/0,5, 3/0,5, 4/0,8, 5/0,7, 6/0,9, 7/0,8, 8/0,5, 9/0,4}. Найти высоту h(A) нечеткого множества. В ответе указать число 10·h(A).

Ответ	

10. Нечеткое множество A = {1/0,2, 2/0,5, 3/0,5, 4/0,8, 5/1, 6/0,9, 7/0,8, 8/0,5, 9/0,4}. Определить четкое множество A*, ближайшее к нечеткому множеству A. В ответе указать число элементов множества A*.

Ответ	

Раздел 2. Операции над нечеткими множествами

Тестовые задания

Один верный ответ

1. Каким необходимым свойством должны обладать операции, определенные для нечетких множеств?

Ответ 1	результатом всех операции над нечеткими множествами должны являться 1 или 0
Ответ 2	все операции над нечеткими множествами не имеют смысловой интерпретации
Ответ 3	все операции над нечеткими множествами должны обобщать соответствующие операции над обычными множествами
Ответ 4	все операции над нечеткими множествами должны иметь только один способ их вычисления

2. Какой из формул соответствует ограниченная операция пересечения нечетких множеств?

Ответ 1	$\mu_{A\cap B}(x) = \min\left(\mu_A(x), \mu_B(x)\right)$
Ответ 2	$\mu_{A\cap B}(x) = \max\left(\mu_A(x), \mu_B(x)\right)$
Ответ 3	$\mu_{A\cap B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\cdot\mu_B(x)$
Ответ 4	нет правильного ответа

3. Пусть $T = \left(x \in U,\ \mu_A(x) > \mu_B(x)\right)$. Степенью включения нечеткого множества *A* в нечеткое множество *B* называется величина

Ответ 1	$\eta(A \subset B) = 1 - \max\limits_{x\in T}\left(\mu_A(x) - \mu_B(x)\right)$
Ответ 2	$\eta(A \subset B) = \min\limits_{x\in T}\left(\mu_A(x) - \mu_B(x)\right)$

Ответ 3	$\eta(A \subset B) = 1 - \max\limits_{x \in T}\left(\mu_A(x) - \mu_B(x) + \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)\right)$
Ответ 4	$\eta(A \subset B) = 1 - \max\limits_{x \in T}\left(\mu_A(x) \cdot \mu_B(x)\right)$

4. Нечеткое множество *A* является подмножеством B, если:

Ответ 1	каждый элемент *B* есть элемент *A*
Ответ 2	для всех элементов *U* значение функции принадлежности к множеству *B* больше или равно значению функции принадлежности к множеству *A*
Ответ 3	для всех элементов *U* значение функции принадлежности к множеству *B* меньше или равно значению функции принадлежности к множеству *A*
Ответ 4	для всех элементов *U* значение функции принадлежности к *A* совпадает со значением функции принадлежности к множеству *B*

Несколько верных ответов

5. Какие из перечисленных операций над нечеткими множествами могут быть произведены?

Ответ 1	**Ответ 2**	**Ответ 3**
включение	дополнение	композиция
Ответ 4	**Ответ 5**	**Ответ 6**
равенство	проекция	разность

6. Дизъюнктивная сумма двух нечетких множеств определяется по следующей формуле:

Ответ 1	**Ответ 2**	**Ответ 3**
$A \oplus B = (A - B) \cup (B - A)$	$A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{B} \cap \overline{A})$	$A \oplus B = (A - B) \cup (\overline{A} \cap \overline{B})$
Ответ 4	**Ответ 5**	**Ответ 6**
$A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$	$A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (A \cap B)$	нет верного ответа

7. Укажите верные операции для пересечения нечетких множеств:

Ответ 1	$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
Ответ 2	$\mu_{A \cap B}(x) = \min(1, \mu_A(x) + \mu_B(x))$
Ответ 3	$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
Ответ 4	$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x) - \mu_A(x) + \mu_B(x)$
Ответ 5	$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
Ответ 6	$\mu_{A \cap B}(x) = \max(0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1)$

Задания с закрытым ответом

8. Определите степень включения нечеткого множества *A* в нечеткое множество *B, где* $A = \{x_2/0{,}2, x_3/0{,}3, x_5/0{,}5\}$; $B = \{x_1/0{,}2, x_2/0{,}4, x_3/0{,}5, x_5/0{,}8\}$. В ответе указать значение степени включения с точностью 0,1.

Ответ	

9. Найти объединение нечеткого множества *A* и нечеткого множества *B, где* $A = \{x_2/0{,}2, x_3/0{,}3, x_5/0{,}5\}$; $B = \{x_1/0{,}2, x_2/0{,}4, x_3/0{,}5, x_5/0{,}8\}$. В ответе указать число

элементов объединения, для которых функция принадлежности не меньше 0,5.

Ответ	

10. Найти пересечение нечеткого множества *A* и нечеткого множества *B, где* *A* = {x_2 /0,2, x_3 /0,3, x_5 /0,5}; *B* = {x_1 /0,2, x_2 /0,4, x_3 /0,5, x_5 /0,8}. В ответе указать число элементов объединения, для которых функция принадлежности не больше 0,5.

Ответ	

Раздел 3. Лингвистическая переменная и массивы больших данных

Тестовые задания

1. Лингвистическая переменная описывается набором (*x*, *T* (*x*),U, G, *M*), где *G* - это:

Ответ 1	совокупность ее лингвистических значений (терм-множеств)
Ответ 2	семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению ставит в соответствие его смысл
Ответ 3	синтаксическое правило, порождающее термины множества
Ответ 4	название переменной

2. Лингвистической переменной присущи следующие правила:

Ответ 1	семантическое
Ответ 2	аксиоматическое
Ответ 3	синтаксическое
Ответ 4	все ответы верны

3. Терм - это:

Ответ 1	конкретное название, порожденное синтаксическим правилом
Ответ 2	подмножество универсального множества
Ответ 3	смысл лингвистической переменной
Ответ 4	нечеткая переменная, к которой применили квантификатор

4. Отличие лингвистической переменной от нечеткой переменной состоит в том, что:

Ответ 1	значениями лингвистической переменной являются слова или предложения
Ответ 2	значениями нечеткой переменной являются атомарные термы
Ответ 3	значениями нечеткой переменной являются лингвистические переменные
Ответ 4	значениями лингвистической переменной являются нечеткие переменные

5. Пусть $f(x)$ = «молодой», тогда функция $f(1-x)$ будет интерпретироваться термом:

Ответ 1	«не молодой»
Ответ 2	«старый»
Ответ 3	«среднего возраста»
Ответ 4	нет верного ответа

Задания с несколькими ответами

6. Нечеткие множества применяются в обработке больших данных в случае

Ответ 1	количественных и качественных данных
Ответ 2	точных, проверенных данных
Ответ 3	неточных или расплывчатых данных
Ответ 4	только для качественных данных

7. Результатом применения нечетких множеств при обработке больших данных являются

Ответ 1	группировка похожих данных в виде нечетких множеств
Ответ 2	возможность работать с перекрывающимися категориями
Ответ 3	рекомендации в виде четких инструкций
Ответ 4	получение нечетких закономерностей

Задания с закрытым ответом

8. Лингвистическая переменная T = «температура в комнате» ($12 \le T \le 30$).
Множество А = «холодно» определим функцией принадлежности

$$\mu(T) = \begin{cases} 1 - \dfrac{T-12}{4} & 12 \le T \le 16; \\ 0, & T \ge 16. \end{cases}$$

Квантификатор «очень» определяется операцией концентрирования $(\mu(x))^2$. Множество В= «очень холодно». Определить степень принадлежности значения температуры Т=14 множеству В. Ответ запишите с точностью 0,01.

Ответ	

9. Лингвистическая переменная T = «температура в комнате» ($12 \le T \le 30$).
Множество А = «холодно» определим функцией принадлежности

$$\mu(T) = \begin{cases} 1 - \dfrac{T-12}{4} & 12 \le T \le 16; \\ 0, & T \ge 16. \end{cases}$$

Квантификатор «не» определяется операцией отрицания $1-\mu(x)$. Множество В= «не холодно». Определить степень принадлежности значения температуры Т=14 множеству В. Ответ запишите с точностью 0,01.

Ответ	

10. Лингвистическая переменная T = «температура в комнате» ($12 \le T \le 30$).
Множество А = «холодно» определим функцией принадлежности

$$\mu(T) = \begin{cases} 1 - \dfrac{T-12}{4} & 12 \le T \le 16; \\ 0, & T \ge 16. \end{cases}$$

Квантификатор «более-менее» определяется операцией растяжения $\sqrt{\mu(x)}$. Множество В= «более-менее холодно». Определить степень принадлежности значения температуры Т=14 множеству В. Ответ запишите с точностью 0,01.

Ответ	

Раздел 4. Нечеткие отношения

Тестовые задания

Один верный ответ

1. Бинарным отношением R на множестве *U* называется:

Ответ 1	некоторое подмножество U
Ответ 2	некоторое подмножество декартова произведения $U \times U$
Ответ 3	некоторое подмножество $\bar{U}$
Ответ 4	такое отношение, где значение функции принадлежности $\mu_R \in [0;1]$

2. Пусть на множестве $U \times U$ заданы два отношения *A* и *B*, множество *A* определяется матрицей $A = (a_{ij})$, а *B* – матрицей $B = (b_{ij})$. Отношение *D* называется пересечением отношений *A* и *B*, если?

Ответ 1	**Ответ 2**	**Ответ 3**	**Ответ 4**
$d_{ij} = max(1 - a_{ij}; b_{ij})$	$d_{ij} = min(0; a_{ij} - b_{ij})$	$d_{ij} = min(a_{ij}; b_{ij})$	$d_{ij} = max(a_{ij}; b_{ij})$

3. Пусть заданы два нечетких отношения *A* и *B*

A		
	0,3	0,8
	1	0,5

B		
	0,3	0,2
	1	0,5

Тогда максиминная композиция нечетких отношений выглядит следующим образом:

Ответ 1	$\mu = \begin{vmatrix} 0,3 & 0,3 \\ 1 & 0,5 \end{vmatrix}$
Ответ 2	$\mu = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,4 \\ 0,5 & 0,25 \end{vmatrix}$
Ответ 3	$\mu = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,4 \\ 0,5 & 0,5 \end{vmatrix}$
Ответ 4	$\mu = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{vmatrix}$

Несколько верных ответов

4. В каком виде можно задать бинарное отношение?

Ответ 1	системы
Ответ 2	матрицы
Ответ 3	функции
Ответ 4	графов
Ответ 5	числового ряда
Ответ 6	неравенства

5. Какие из перечисленных операций над четкими бинарными отношениями могут быть произведены?

Ответ 1	объединение
Ответ 2	пересечение
Ответ 3	коммутативная сумма
Ответ 4	дистрибутивное обращение

Ответ 5	обратное отношение
Ответ 6	произведение

Практическое задание

6. Даны два отношения:
отношение *A* = «быстрый»

	поезд	автобус	самолет
поезд	0	1	0
автобус	0	0	0
самолет	1	1	0

отношение *B* = «некомфортный»

	поезд	автобус	самолет
поезд	0	1	0
автобус	0	0	0
самолет	1	1	0

Произведение отношений *A* и *B* выглядит следующим образом:

Ответ 1

	поезд	автобус	самолет
поезд	1	0	1
автобус	1	1	1
самолет	0	0	1

Ответ 2

	поезд	автобус	самолет
поезд	0	0	1
автобус	1	0	1
самолет	0	0	0

Ответ 3

	поезд	автобус	самолет
поезд	0	1	0
автобус	1	1	1
самолет	0	1	0

Ответ 4

	поезд	автобус	самолет
поезд	1	0	1
автобус	0	0	0
самолет	1	0	1

Задания с закрытым ответом

7. Отношение R «значительно меньше» на множестве [1; 20] задается функцией принадлежности $\mu_R(x,y) = \max\left(0; 1-\frac{x}{y}\right)$. Определить число пар (x,y) для которых функция принадлежности равна 0,5. В ответе записать это число.

Ответ	

8. Отношение R «значительно меньше» на множестве [1; 20] задается функцией принадлежности $\mu_R(x,y) = \max\left(0; 1-\frac{x}{y}\right)$. Определить число пар (x,y) для которых функция принадлежности равна 0,7. В ответе записать это число.

Ответ	

9. Отношение R «примерно равно» на множестве [1; 20] задается функцией принадлежности $\mu_R(x,y) = \max(0; 1-|x-y|)$. Определить число пар (x,y) для

которых функция принадлежности не меньше 0,5. В ответе записать это число.

Ответ	

10. Отношение R «примерно равно» на множестве [1; 20] задается функцией принадлежности $\mu_R(x,y)=\max(0;1-|x-y|)$. Определить число пар (x,y) для которых функция принадлежности не меньше 0,7. В ответе записать это число.

Ответ	

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий для практических работ

Раздел 1

Тема 1.1 Основные понятия нечетких множеств

1) Пусть универсальное множество $E=[0,1,...,100]$ – количество баллов, набранных на ЕГЭ по математике. Определить нечеткие множества, которые выделяются предикатами:

A – «отличные знания по математике»;

B – «хорошие знания по математике»;

C – «плохие знания по математике».

2) В чемпионате по футболу участвует 11 команд, которые играют друг с другом по два матча. Универсальное множество $E=[0,1,...,60]$ – количество набранных командой очков. Определить нечеткие множества, которые выделяются предикатами

A – «команда «лидер» чемпионата»;

B – «команда «середнячок» чемпионата»;

C – «команда «аутсайдер» чемпионата».

Тема 1.2 Функции принадлежности нечетких множеств

1) Универсальное множество $E=[0;100]$ – процентное содержание хлопка в ткани. Определить с помощью формулы $\mu_A(x),\ x\in E$ функции принадлежности нечетких множеств, которые выделяются предикатами

A – «ткань с высоким содержанием хлопка»;

B – «ткань с высоким содержанием хлопка»;

C – «ткань с низким содержанием хлопка».

2) По дисциплине математика в семестре состоялось 16 лекций. Универсальное множество $E=[0,1,...,16]$ – число посещений студентом лекций. Определить функции принадлежности для нечетких множества, которые выделяются предикатами:

A – «высокое число посещений студентом лекций по математике»;

B – «среднее число посещений студентом лекций по математике»;
C – «низкое число посещений студентом лекций по математике».

Раздел 2

Тема 2.1 Основные операции над нечеткими множествами

1) На универсальном множестве

$E = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8\}$

заданы два нечетких множества

$A = \{ x_1 / 0{,}4; x_2 / 0{,}7; x_3 / 0{,}3; x_4 / 0; x_5 /0{,}9; x_6 /0{,}5; x_7 /1; x_8 /0{,}7\}$,

$B = \{ x_1 / 0{,}3; x_2 / 0{,}9; x_3 / 1; x_4 / 0{,}2; x_5 /0{,}6; x_6 /0{,}2; x_7 /0{,}8; x_8 /0\}$.

Для этих нечетких множеств найти

1) дополнение $\overline{A}, \overline{B}$;

2) пересечение $A \cap B$;

3) объединение $A \cup B$;

4) степень включения $A \subset B, B \subset A$;

5) степень равенства $A = B$;

6) разность $A - B$, $B - A$;

7) дизъюнктивную сумму $A \oplus B$;

8) концентрирование $CON(A), CON(B)$;

9) растяжение $DIL(A), DIL(B)$;

10) контрастную интенсивность $INT(A), INT(B)$.

2) Нечеткие множества $A \subset ¡$, $B \subset ¡$ заданы своими функциями принадлежности

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < -1; \\ 1 - |x|, & -1 \le x \le 1; \\ x - 1, & 1 < x \le 2; \\ 0, & x > 2. \end{cases}, \quad \mu_B(x) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ x, & 0 \le x \le 1; \\ 1 & 1 < x \le 2 \\ 3 - x, & 2 < x \le 3; \\ 0, & x > 3. \end{cases}$$

Для этих нечетких множеств найти

1) дополнение $\overline{A}, \overline{B}$;

2) пересечение $A \cap B$;

3) объединение $A \cup B$;

4) степень включения $A \subset B, B \subset A$;

5) степень равенства $A = B$;

6) разность $A - B$, $B - A$;

7) дизъюнктивную сумму $A \oplus B$;

8) концентрирование $CON(A), CON(B)$;

9) растяжение $DIL(A)$, $DIL(B)$;

10) контрастную интенсивность $INT(A)$, $INT(B)$.

Тема 2.2 Обобщенные нечеткие операторы

1) Дано конечное нечеткое множество

$A = \{ x_1 / 0{,}7; x_2 / 0{,}5; x_3 / 0{,}5; x_4 / 0{,}3; x_5 / 0{,}3\}$.

Задано ядро оператора нечеткости $K(x)$

$K(x_1) = \{ x_1 / 0{,}8; x_2 / 0{,}7; x_3 / 0; x_4 / 0{,}4; x_5 / 0{,}9\}$,

$K(x_2) = \{ x_1 / 0{,}8; x_2 / 0; x_3 / 0{,}9; x_4 / 0{,}4; x_5 / 0{,}5\}$,

$K(x_3) = \{ x_1 / 0{,}4; x_2 / 0{,}2; x_3 / 0{,}6; x_4 / 0{,}6; x_5 / 0{,}3\}$,

$K(x_4) = \{ x_1 / 0{,}5; x_2 / 0{,}9; x_3 / 0{,}9; x_4 / 0{,}2; x_5 / 0{,}7\}$,

$K(x_5) = \{ x_1 / 0{,}1; x_2 / 0{,}9; x_3 / 0{,}6; x_4 / 0; x_5 / 0{,}6\}$.

Найти нечеткое множество, которое получается применением заданного оператора нечеткости к данному нечеткому множеству. Определить индексы нечеткости нечеткое множество A и B .

2) Дано четкое множество $A = [0;5]$ и оператор увеличения нечеткости

$$K(x,y) = K(y-x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{y-x}{2}, & 0 \le y - x \le 2; \\ 0, & y - x < 0, y - x > 2. \end{cases}$$

Найти нечеткое множество $B = \Phi(A, K)$, которое получается из A действием оператора K по формулам

1) $\mu_B(y) = \int\limits_{-\infty}^{+\infty} K(y-x) \cdot \chi_A(x)\, dx$

2) $\mu_B(y) = \max\limits_{-\infty < x < +\infty} \min\{K(y-x); \chi_A(x)\}$.

Раздел 3

Тема 3.1 Нечеткая и лингвистическая переменные

1) Описать лингвистическую переменную «Эффективность лекарственных средств лечения аллергии». Определить базисные термы, функции принадлежности, действия квантификаторов.

2) Описать лингвистическую переменную «Количество баллов, полученных по математике при сдачи ЕГЭ». Определить базисные термы, функции принадлежности, действия квантификаторов.

3) Описать лингвистическую переменную «Температура в комнате». Определить базисные термы, функции принадлежности, действия квантификаторов.

Тема 3.2 Лингвистические переменные в массивах больших данных

1) Цены на топливо (рублей за литр) в 2022 году по данным выборочного наблюдения представлены в таблице 3.4 в виде промежутков потребительских цен (таблица).

Таблица – Потребительские цены на топливо

	Газовое моторное топливо	Дизельное топливо
Январь	(28,25; 30,25)	(54,62; 56,62)
Февраль	(28,25; 30,25)	(55,58; 57,58)
Март	(26,99 28,99)	(55,78; 57,78)
Апрель	(25,13; 27,13)	(54,68; 56,68)
Май	(23,83; 25,83)	(54,50; 56,50)
Июнь	(22,89; 24,89)	(54,31; 56,31)
Июль	(21,82; 23,82)	(54,35; 56,35)
Август	(21,65; 23,65)	(54,67; 56, 67)
Сентябрь	(21,55; 23,55)	(54,82; 56,82)
Октябрь	(21,26; 23,26)	(55,51; 57,51)
Ноябрь	(20,97; 22,97)	(59,48; 61,48)
Декабрь	(20,39; 22,39)	(61,23; 63,23)

Лингвистическими переменными являются «Цена газового моторного топлива» и «Цена дизельного топлива». Базисные термы лингвистических переменных определить как «Низкая цена», «Средняя цена» и «Высокая цена»

1) Определить критерии принадлежности показателей величины цен базисным термам и составить функции принадлежности для базисных термов.

2) Определить нечеткие треугольные числа, характеризующее величину цены по месяцам для каждой лингвистической переменной.

3) Составить нечеткую корреляционную зависимость между данными лингвистическими переменными.

Раздел 4

Тема 4.1 Нечеткие бинарные отношения

1) Имеется группа экспертов, которые оценивают возможные сценарии развития событий по следующей шкале оценок сценария

1 – весьма вероятно;

2 – вероятно;

3 – возможно;

4 – маловероятно;

5 – практически невозможно.

Дана также таблица совместимости оценок и профессиональная деятельность каждого эксперта. Составить возникающие четкие отношения между сценариями, экспертами, оценками экспертов и их

профессиями и на основе их и отношения совместимости построить нечеткие отношения.

2) Построить нечеткое отношение, которое содержательно описывает упрощенную ситуацию поиска неисправности в автомобиле. С этой целью в качестве первого универсума рассмотрим множество предпосылок или причин неисправности $X=\{x_1,x_2,x_3,x_4\}$, в котором x_1 – "неисправность аккумулятора", x_2 – "неисправность карбюратора", x_3 – "низкое качество бензина", x_4 – "неисправность системы зажигания". В качестве второго универсума рассмотрим множество заключений или проявлений неисправности $Y=\{y_1,y_2,y_3\}$, где y_1 – "двигатель не запускается", y_2 – "двигатель работает неустойчиво", y_3 – "двигатель не развивает полной мощности". При этом между каждым элементом множества предпосылок и каждым элементом множества следствий существует некоторая причинная взаимосвязь.

Тема 4.2 Операции над нечеткими отношениями

1) Сравниваются три личностные характеристики человека a – «интеллект», b – «сила воли», c – «трудолюбие» относительно влияния друг на друга. Эксперт определил это влияние через нечеткое отношение

$$R=\left[\begin{array}{c|ccc} & a & b & c \\ \hline a & 0,8 & 0,5 & 0,7 \\ b & 0 & 0,2 & 1 \\ c & 0,9 & 0,5 & 0 \end{array}\right].$$

Определить с помощью композиции $R \circ R$ опосредованное влияние одной личной характеристики на другую.

2) Нечеткое отношение «x близко к y» на задано на числовой оси формулой

$$\mu_R(x,y)=e^{-\frac{|x-y|}{2}}.$$

Выполнить декомпозицию нечеткого отношения по α уровням.

5 Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.