

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ



Рабочая программа дисциплины
Элементы теории нечетких множеств
наименование дисциплины

Направление подготовки
38.03.05 Бизнес-информатика
шифр и наименование направления подготовки

Направленность
Архитектура предприятия
наименование направленности подготовки

Уровень высшего образования
Бакалавриат
бакалавриат, специалитет или магистратура, подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная
очная и (или) заочная

Краснодар
2021

Рабочая программа дисциплины «Элементы теории нечетких множеств» разработана на основе ФГОС ВО 38.03.05 «Бизнес-информатика» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 11.08.2016 г. № 1002

Автор:

к.э.н., доцент



Н.В. Ефанова

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры системного анализа и обработки информации от 31.05.2021 г., протокол №9а.

Заведующий кафедрой

д-р экон. наук, профессор



Т.П. Барановская

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета прикладной информатики, протокол №9 от 31.05.2021.

Председатель

методической комиссии

канд. пед. наук, доцент



Т.А. Крамаренко

Руководитель

основной профессиональной
образовательной программы

канд. экон. наук, доцент



А.Е. Вострокнуотов

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Элементы теории нечетких множеств» является формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах теории нечетких множеств, позволяющих описывать нечеткие понятия и знания, оперировать этими знаниями и делать нечеткие выводы.

Задачи:

- изучение основных положений теории нечетких множеств и их применение в качестве инструмента для описания информационной неопределенности, для теоретического и экспериментального исследования, для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
- изучение нечеткой логики как эффективного средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира;
- изучение принципов нечеткого управления как основного направления применения теории нечетких множеств;
- изучение и применение методов построения нечетких алгоритмов и компьютерных нечетких систем для теоретического и экспериментального исследования, для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
- изучение приемов и методов принятия решений при нечеткой исходной информации.

2 Перечень планируемых результатов по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-17 — способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования;

ПК-18 — способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Элементы теории нечетких множеств» является дисциплиной вариативной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика», направленность «Архитектура предприятия».

4 Объем дисциплины (144 часа, 4 зачетные единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа	69	—
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	66	—
— лекции	34	—
— практические	-	
— лабораторные	32	—
— внеаудиторная	3	—
— зачет	—	—
— экзамен	3	—
— защита курсовых работ	—	—
Самостоятельная работа	75	—
в том числе:		
— курсовая работа	—	—
— прочие виды самостоятельной работы	75	—
Итого по дисциплине	144	—

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают экзамен.
Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лек- ции	Прак- тиче- ские занятия	Лабора- торные занятия	Самосто- ятельная работа
1	Введение в теорию нечетких множеств. Предмет дисциплины и ее задачи. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Понятия неопределенности, нечеткости. История развития научного направления.	ПК-17, ПК-18	3	2			8
2	Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Понятия четкого и нечеткого множества (НМ). Основные характеристики НМ. Нормальные и субнормальные множества, процедура нормализации. Теорема о декомпозиции. Формы представления НМ. Понятие функции принадлежности НМ.	ПК-17, ПК-18	3	4		4	8
3	Операции над нечеткими множествами. Обобщение операций. Основные операции над нечеткими множествами. Наглядное представление операций. Алгебраические операции над нечеткими множествами. Свойства операций. Доказательство равенств и неравенств в теории нечетких множеств. Выпуклая комбинация НМ. Декартово произведение НМ. Оператор увеличения нечеткости. Обобщенные операции объединения и пересечения нечетких множеств. Понятие нормы и конормы. Функции N аргументов. Параметризованные функции.	ПК-17, ПК-18	3	6		4	8
4	Функция принадлежности нечеткого множества. Стандартные функции принадлежности (ФП). Методы построения ФП.	ПК-17, ПК-18	3	2		4	8

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лек- ции	Прак- тиче- ские занятия	Лабо- ратор- ные занятия	Самосто- ятельная работа
	Аналитическое, графическое и табличное представление ФП. Типы ФП: треугольные, трапециевидные, колоколообразные, сигмоидные, Гаусса, полиномиальные.						
5	Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости. Определение расстояния для нечеткого множества. Виды расстояний. Аксиомы расстояния. Четкое множество, ближайшее к нечеткому. Подходы к определению нечеткости.	ПК-17, ПК-18	3	4		4	8
6	Нечеткие отношения. Определение нечеткого отношения. Свойства нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Проекция нечетких отношений. Композиция двух нечетких отношений. Условные нечеткие подмножества. Принцип обобщения. Специальные типы нечетких отношений.	ПК-17, ПК-18	3	6		6	9
7	Нечеткая и лингвистическая переменная. Принятая терминология: понятие нечеткой переменной, нечеткой лингвистической переменной. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами. Лингвистические неопределенности и вычисление значений лингвистических переменных.	ПК-17, ПК-18	3	4		4	8
8	Основы нечеткой логики. Логические связки в нечеткой логике. Таблицы истинности. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Составное правило вывода: правила нечетких продукций, виды правил.	ПК-17, ПК-18	3	2			8

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лек- ции	Прак- тиче- ские занятия	Лабо- ратор- ные занятия	Самосто- ятельная работа
9	Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода. Нечеткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечеткого вывода. Нечеткие алгоритмы. Нечетко-логические модели.	ПК-17, ПК-18	3	4		6	10
Итого				34	0	32	75

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Методическое пособие для подготовки и проведения практических занятий по дисциплинам «Элементы теории нечетких множеств» и «Нечеткая математика и логика [Электронный ресурс] / Кубан. гос. аграрн. ун-т., Сост. Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова, Т.Ю. Грубич, 2012. – 97 с. – Режим доступа: http://edu.kubsau.ru/file.php/118/03_EHTNM_metodichka_.pdf

2. Элементы теории нечетких множеств : метод. рекомендации по контактной и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / сост. Н. В. Ефанова, Е. А. Иванова. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 45 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/BI_EHTNM_MR_po_kontaktnoi_i_sam.rabote_v2_594095_v1_.PDF

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
<i>ПК-17 - способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования</i>	
1	Дискретная математика
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
12	Программирование
2	Математический анализ
2	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Дифференциальные и разностные уравнения
3	<i>Элементы теории нечетких множеств</i>
3	Алгоритмы и структуры данных
4	Математическая экономика
4	Научно-исследовательская работа
4	Системы компьютерной математики
5	Анализ данных
5	Исследование операций
6	Общая теория систем
6	Имитационное моделирование
6	Системный анализ
6	Анализ сложных систем
6	Основы финансовых вычислений
6	Информационные системы в финансово-кредитной сфере
7	Инженерия знаний и интеллектуальные системы
8	Преддипломная практика
8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
<i>ПК-18 – способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования</i>	
1	Дискретная математика
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
12	Программирование
2	Математический анализ
2	Теория вероятностей и математическая статистика
2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
3	Дифференциальные и разностные уравнения
3	Объектно-ориентированное программирование
3	<i>Элементы теории нечетких множеств</i>
3	Алгоритмы и структуры данных
4	Математическая экономика
4	Бухгалтерский и управленческий учет
4	Научно-исследовательская работа
4	Системы компьютерной математики
5	Анализ данных
5	Исследование операций
5	Разработка приложений в среде Microsoft Office
5	Компьютерная графика
6	Общая теория систем

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
6	Имитационное моделирование
6	Разработка бизнес-приложений
6	WEB-программирование
6	Системный анализ
6	Анализ сложных систем
6	Основы финансовых вычислений
6	Информационные системы в финансово-кредитной сфере
7	Инженерия знаний и интеллектуальные системы
7	Современные методы и системы принятия решений
8	Информационная бизнес-аналитика
8	Разработка приложений для мобильных устройств
8	Разработка программ системного назначения
8	Преддипломная практика
8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

*Номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	«неудовлетворительно» (минимальный не достигнут)	«удовлетворительно» (минимальный, пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)	
ПК-17 - способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования					
Знать: - основные методы естественнонаучных дисциплин с целью их использования в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Лабораторные работы, задачи, экзамен (вопросы и задания)
Уметь: - использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в пол-	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в пол-	

Планируемые результаты осво- ения компетен- ции (индикаторы достижения ком- петенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	«неудовлетвори- тельно» (минимальный не достигнут)	«удовлетвори- тельно» (минимальный, пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)	
тального иссле- дования			ном объеме, но некоторые с недочетами	ном объеме	
Владеть: - практически- ми навыками использования основных ме- тодов есте- ственнонаучных дисциплин в профессиональ- ной деятельно- сти для теоре- тического и эксперимен- тального иссле- дования.	При решении стандартных задач не проде- монстрированы базовые навы- ки, имели место грубые ошибки	Имеется мини- мальный набор навыков для решения стан- дартных задач с некоторыми недочетами	Продемон- стрированы базовые навыки при решении стандартных задач с неко- торыми недо- четами	Продемонстри- рованы навыки при решении нестандартных задач без оши- бок и недочетов	
<i>ПК-18 - способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования</i>					
Знать: - современный математический аппарат и ин- струментальные средства для обработки, ана- лиза и система- тизации инфор- мации.	Уровень знаний ниже мини- мальных требо- ваний, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено мно- го негрубых ошибок	Уровень зна- ний в объеме, соответству- ющем про- грамме под- готовки, до- пущено не- сколько не- грубых оши- бок	Уровень знаний в объеме, соот- ветствующем программе под- готовки, без ошибок	Лабораторные работы, задачи, экзамен (вопросы и задания)
Уметь: - использовать соответствующий математический аппарат и инструмен- тальные сред- ства для обра- ботки, анализа и систематизации информации по теме исследова- ния.	При решении стандартных задач не проде- монстрированы основные уме- ния, имели ме- сто грубые ошибки	Продемонстри- рованы основ- ные умения, решены типо- вые задачи с негрубыми ошибками, вы- полнены все задания, но не в полном объеме	Продемон- стрированы все основные умения, ре- шены все ос- новные зада- чи с негру- быми ошиб- ками, выпол- нены все за- дания в пол- ном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстри- рованы все ос- новные умения, решены все основные зада- чи с отдельны- ми несущес- ственными недочетами, выполнены все задания в пол- ном объеме	
Владеть: - практически- ми навыками использования математическо- го аппарата и инструменталь- ных средств для обработки, ана- лиза и система- тизации инфор-	При решении стандартных задач не проде- монстрированы базовые навы- ки, имели место грубые ошибки	Имеется мини- мальный набор навыков для решения стан- дартных задач с некоторыми недочетами	Продемон- стрированы базовые навыки при решении стандартных задач с неко- торыми недо- четами	Продемонстри- рованы навыки при решении нестандартных задач без оши- бок и недочетов	

Планируемые результаты осво- ения компетен- ции (индикаторы достижения ком- петенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	«неудовлетвори- тельно» (минимальный не достигнут)	«удовлетвори- тельно» (минимальный, пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)	
мации по теме исследования.					

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Лабораторные работы

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №1.

Цель работы: получить практические навыки построения функций принадлежности с использованием аналитического представления и нахождения основных характеристик нечетких множеств.

Задание:

1. НМ задано таблично:

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
A	0,1	0,8	0,7	0,3	0,6	0,4	0,7	0,8	0	0,1

Найти:

- а) высоту НМ;
- б) носитель НМ;
- в) α -сечение при $\alpha = 0,3$;
- г) точки перехода (если точно определить нельзя, то примерно);
- д) ядро НМ;
- е) разложить НМ по уровням.

2. Построить график функции принадлежности НМ, заданного аналитически:

$$\mu(x, a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}, \text{ где } a = 2, c = 5, x \in E = [0, 50], \Delta x = 1.$$

Указание: значения ФП сократить до десятых (одного знака после запятой).

Найти:

- а) высоту НМ;
- б) носитель НМ;
- в) α -сечение при $\alpha = 0,3$;
- г) ядро;
- д) точки перехода.

Отметить все найденные величины на графике.

3. ФП НМ задана аналитически. Построить график. Определить высоту НМ. Провести нормализацию ФП.

$$\mu_F(x) = \frac{0,4}{1 + (15 - x)^2}, x \in E = [0, 100], \Delta x = 1.$$

Задачи

Комплект задач формируется для каждого обучающегося индивидуально. Для обеспечения уникальности исходных данных используется авторское программное обеспечение, которое позволяет автоматически генерировать задания. Таким образом ежегодно генерируется новый комплект задач. Ниже приведен пример одного комплекта.

Комплект №1										
<i>Характеристики нечетких множеств</i>										
Нечеткие множества заданы аналитически:										
НМ №1 - ФП колокол с параметрами:										
a = 1										
b = 6,9										
c = 31,2										
НМ №2 - ФП треугольная с параметрами:										
a = 28,6										
b = 33,4										
c = 38,4										
НМ №3 - ФП трапезоидная с параметрами:										
a = 30,8										
b = 35,9										
c = 39,5										
d = 43										
ЗАДАНИЕ 1. Построить заданные НМ на универсальном множестве $E = [24, 44]$										
ЗАДАНИЕ 2. Найти основные характеристики заданных НМ: supp, hgt, core.										
ЗАДАНИЕ 3. Найти точки перехода заданных НМ.										
ЗАДАНИЕ 4. Найти альфа-сечение заданных НМ при $\alpha = 0$										
ЗАДАНИЕ 5. Найти результат операций дополнения каждого из исходных НМ, операций пересечения, объединения, разности, ограниченной разности, дизъюнктивной суммы, алгебраического произведения и алгебраической суммы заданных множеств.										
ЗАДАНИЕ 6. Среди исходных и результирующих множеств из задания 5 определить унимодальные, нормальные/субнормальные и выпуклые/невыпуклые.										
<i>Операции над нечеткими множествами</i>										
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
A	0,3	0,9	0,9	0,4	0,3	0,6	0,1	0,4	0	0,5
B	0,7	0,8	0,4	0,1	0,6	0,9	0,4	0,6	0,4	0,3
C	0,9	0,8	0,5	0,9	0,4	0	0,6	0,4	0,9	0,6
D	0,2	0,2	0,8	0,5	0,6	0,7	0,3	0,1	0,6	0,5
E	0,1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,6	0,3	0,9	0,7	0,5
ЗАДАНИЕ 1. Найти нечеткое множество, заданное выражением:										
0) $(B \cdot C) \oplus A$										
1) $(\neg A - B) \cap C$										
2) $\neg (D \cap A \text{ sb } \neg E)$										
3) $A \text{ mb } \neg B \cup \neg (C \text{ ss } D)$										
4) $\neg E - A \text{ mg } B \oplus C \text{ ss } \neg D$										
ЗАДАНИЕ 2. Найти результат операции концентрирования нечеткого множества C.										
ЗАДАНИЕ 3. Найти результат операции растяжения нечеткого множества C.										
ЗАДАНИЕ 4. Найти результат операции умножения на число a нечеткого множества C при $a = 0,1$.										
ЗАДАНИЕ 5. Найти выпуклую комбинацию нечетких множеств A D										
Веса множеств в порядке их следования: 0,96 ; 0,04 ;										
ЗАДАНИЕ 6. Найти множество $\Phi(C,K)$ - результат действия оператора увеличения нечёткости Φ на мно-										

жество С.

Ядро:

$$K(x_1)=1/x_1+0,9/x_2+0,4/x_3+0,7/x_4+0,4/x_5+0,1/x_6+0,7/x_7+0,7/x_8+0,1/x_9+0,4/x_{10};$$

$$K(x_2)=1/x_2+0,5/x_1+0,9/x_3+0,8/x_4+0,4/x_5+0,7/x_6+0,1/x_7+0,5/x_8+0,8/x_9+0,2/x_{10};$$

$$K(x_3)=1/x_3+0,5/x_1+0,4/x_2+0,6/x_4+0,6/x_5+0,6/x_6+0,9/x_7+0,7/x_8+0,1/x_9+0,5/x_{10};$$

$$K(x_4)=1/x_4+0,6/x_1+0,9/x_2+0,1/x_3+0,9/x_5+0,1/x_6+0,1/x_7+0,8/x_8+0,6/x_9+0,1/x_{10};$$

$$K(x_5)=1/x_5+0,2/x_2+0,3/x_3+0,5/x_4+0,2/x_6+0,5/x_7+0,2/x_8+0,4/x_9+0,7/x_{10};$$

$$K(x_6)=1/x_6+0,1/x_1+0,3/x_2+0,3/x_3+0,8/x_4+0,1/x_5+0,5/x_7+0,9/x_8+0,5/x_9+0,3/x_{10};$$

$$K(x_7)=1/x_7+0,8/x_1+0,8/x_2+0,6/x_3+0,1/x_5+0,1/x_6+0,1/x_8+0,3/x_9+0,5/x_{10};$$

$$K(x_8)=1/x_8+0,7/x_1+0,7/x_2+0,5/x_3+0,1/x_4+0,5/x_6+0,5/x_7+0,9/x_9+0,4/x_{10};$$

$$K(x_9)=1/x_9+0,9/x_1+0,3/x_2+0,5/x_3+0,6/x_5+0,2/x_6+0,3/x_7+0,3/x_8+0,3/x_{10};$$

$$K(x_{10})=1/x_{10}+0,6/x_1+0,2/x_2+0,8/x_3+0,6/x_4+0,2/x_5+0,3/x_6+0,2/x_7+0,2/x_8+0,1/x_9;$$

Расстояния + индексы нечеткости

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13
A	0,8	0,2	0,5	0	0,6	0	0,2	0,1	0	0,3	0,4	0,5	0,9
B	0	0,5	0	0,6	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9
C	0,6	0,7	0	0	0,7	0,6	0,2	0,2	0,7	0,7	0,3	0,9	0,3
D	0,6	0,1	0,6	0,5	0	0,1	0,8	0,1	0,9	0	0,9	0,6	0,9
E	0,3	0,2	0,1	0,5	0	0,9	0,7	0,7	0,3	0,5	0	0	0,6

ЗАДАНИЯ

1. НАЙТИ:

- абсолютное расстояние Хемминга;
- относительное расстояние Хемминга;
- абсолютное Евклидово расстояние;
- относительное Евклидово расстояние;
- абсолютную Евклидову норму;
- относительную Евклидову норму;

между следующими парами нечетких множеств: А и D, В и Е.

ВОПРОС: Какие множества наиболее удалены друг от друга?

2. НАЙТИ (ОЦЕНИТЬ):

- линейный индекс нечеткости;
- квадратичный индекс нечеткости;
- нечеткость через энтропию;
- меру четкости и меру Нечеткости Ягера при степени нечеткости $p = 4$.

для следующих нечетких множеств: А, С.

ВОПРОСЫ:

2.1 Какое исходное НМ является более четким?

2.2. Какое исходное НМ является более нечетким?

3. НАЙТИ векторный индикатор нечеткости для множеств из задания 2.

Нечеткое множество, индуцированное отображением

Мощность заданного множества: 5

Мощность искомого множества: 10

Нечеткое множество:

x1	x2	x3	x4	x5
0,92	0,98	0,20	0,42	0,64

Отображение

L:

{

x1 : { y2;y3;y4;y5}

x2 : { y2}

x3 : { y4;y5;y7;y8}

x4 : { y1;y2;y4;y6;y7}

x5 : { y1;y2;y3;y4;y5}

}

Задание: найти нечеткое множество, индуцированное отображением. Найти обратное отображение.

Условные нечеткие множества

Исходное множество А:

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
	0,200	0,167	0,100	0,125	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000

Исходное отношение R:

	y1	y2	y3	y4	y5
--	----	----	----	----	----

x1	0,111	0,000	0,000	0,167	0,000
x2	0,500	0,167	0,200	0,100	0,000
x3	0,000	0,200	0,000	0,000	0,500
x4	0,167	0,000	0,000	0,200	0,000
x5	0,125	0,000	0,333	0,125	1,000
x6	0,100	0,143	0,333	0,000	0,000
x7	0,125	0,333	0,000	0,000	0,000
x8	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
x9	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000

Задание: Найти условное НМ В, индуцированное НМ А и отношением R

Операции над нечеткими числами

Нечёткое множество А

$\mu_A(x)$	0	0,45	0,93	1	0,67	0,33	0
x	2	4,27	6,63	7	7,33	7,67	8

Нечёткое множество В

$\mu_B(y)$	0	0,33	0,67	1	0,67	0,33	0
y	5	5,33	5,67	6	6,67	7,33	8

Задания:

а) Найти противоположное нечеткое число к числу А

б) Найти сумму нечетких чисел А и В

Вопросы и задания для проведения промежуточного контроля (экзамен)

Компетенция: «ПК-17 - способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования»

Вопросы к экзамену

1. Цели и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного процесса.
2. Понятие неопределенности и нечеткости.
3. Связь теории нечетких множеств, нечеткой логики и теории нечеткого управления.
4. История развития научного направления.
5. Понятие обычного и нечеткого множества. Определение характеристической функции обычного множества и функции принадлежности НМ, сходство и различие. Примеры четких и нечетких множеств. Формы представления НМ.
6. Основные характеристики НМ: определение носителя, точки перехода, ядра, высоты и α -сечения НМ. Привести графический пример, отметить характеристики. Пустое НМ.
7. Высота НМ. Свойство унимодальности и нормальности. Нормализация НМ. Примеры.
8. α -сечение и α -уровень НМ. Разложение НМ по α -уровням, теорема о декомпозиции.
9. Выпуклость НМ. Примеры.

10. Равенство и вложенность НМ. Принцип доминирования. Примеры.
11. Основные операции над НМ: дополнение, объединение, пересечение. Примеры аналитического выполнения и графического изображения этих операций.
12. Приоритет выполнения операций.
13. Свойства операций объединения и пересечения.
14. Операции разности и дизъюнктивной суммы НМ, примеры аналитического выполнения этих операций. Операции концентрирования и растяжения НМ, привести графический пример.
15. Алгебраические операции над НМ. Алгебраическое произведение и алгебраическая сумма, их свойства. Доказательство свойств алгебраических операций над НМ (на произвольном примере).
16. Алгебраические операции над НМ, их отличие от других операций над НМ. Операция возведения в степень и ее частные случаи: концентрирование и растяжение НМ.
17. Операция умножения на число. Выпуклая комбинация НМ. Оператор увеличения нечеткости. Декартово произведение НМ.
18. Кусочно-линейные функции принадлежности НМ, особенности их применения.
19. S- и Z-образные функции принадлежности НМ.
20. П-образные функции принадлежности НМ.
21. Треугольные нормы и конормы. Примеры. Специальные уравнения для пары «норма-конорма». Пример использования специального уравнения.
22. Свойства треугольных норм и конорм для N аргументов. Параметризованные нормы и конормы.
23. Понятие расстояния между множествами. Аксиомы расстояния. Абсолютное и относительное расстояние Хемминга для НМ.
24. Абсолютное и относительное евклидово расстояние. Определение евклидовых норм. Частный случай евклидовых норм.
25. Обычное множество, ближайшее к нечеткому. Свойства, связанные с ближайшим обычным множеством. Линейный и квадратичный индексы нечеткости.
26. Аксиоматический подход к определению нечеткости НМ. Оценка нечеткости через энтропию. Мера нечеткости Р.Ягера.
27. Понятие n-арного и бинарного нечеткого отношения. Нечеткое отношение «x приблизительно равен y», «x много больше y». Изображение нечетких отношений типа $XR\bar{X}$ и $XR\bar{Y}$ с помощью нечетких графов.
28. Носитель нечеткого отношения. Вложенные (строго и нестрого) нечеткие отношения. α -сечение нечеткого отношения. Теорема о декомпозиции.
29. Перечислить и дать определение всех операций над нечеткими отношениями.
30. Обратное отношение. Обычное отношение, ближайшее к нечеткому. Свойства дистрибутивности нечетких отношений.

31. Проекции нечетких отношений. Нормальные и субнормальные нечеткие отношения. Цилиндрические продолжения проеций нечетких отношений. Свойство сепарабельности.

32. Максимальная композиция нечетких отношений и ее свойства. Минимальная и максимумумультипликативная композиция нечетких отношений. Обобщение максимальной композиции.

33. Свойства рефлексивности и антирефлексивности нечетких отношений. Свойства симметричности и антисимметричности нечетких отношений. Совершенная антисимметрия. Примеры.

34. Транзитивность нечетких отношений. Транзитивное замыкание. Теорема о транзитивном замыкании.

35. Специальные типы нечетких отношений. Нечеткие отношения предпорядка и порядка. Теорема 2 и следствие.

36. Нечеткие отношения подобия и различия. Нечеткие отношения сходства и несходства.

37. Понятие нечеткого отображения, отличие от обычного отображения. НМ, индуцированное отображением.

38. Условные нечеткие множества. НМ, последовательно обуславливающие друг друга.

39. Понятие нечеткой и лингвистической переменной. Примеры лингвистической переменной.

40. Нечеткие числа и их свойства.

41. Нечеткие числа (L-R)-типа. Треугольные и трапециевидные нечеткие числа, их функции принадлежности.

42. Унарные операции над нечеткими числами через принцип обобщения: противоположное нечеткое число.

43. Унарные операции над нечеткими числами через принцип обобщения: обратное нечеткое число.

44. Сложение нечетких чисел с использованием принципа обобщения.

45. Операции над нечеткими числами с использованием сегментного принципа.

46. Терм-множество лингвистической переменной. Понятие квантификатора. Применение квантификаторов для создания новых термов и расширения базового терм-множества.

47. Понятие и формальное представление составного терма. Вычисление значения составного терма.

48. Понятие нечеткой истинности. Многозначная логика. Нечеткая логика как обобщение бинарной логики.

49. Элементарные и составные нечеткие высказывания, примеры. Отображение истинности нечетких высказываний.

50. Нечеткие логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, эквивалентность, классическая нечеткая импликация.

Компетенция: «ПК-18 - способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки,

Вопросы к экзамену

1. Нечеткие и приближенные рассуждения. Композиционное правило вывода.
2. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила преобразования нечетких высказываний. Правила нечетких продукций.
3. Механизм нечеткого логического вывода.
4. Нечеткая база знаний. Правила полноты и непротиворечивости.
5. Блок решений в системе нечеткого логического вывода (с примерами).
6. Процессы фаззификации и дефаззификации. Методы проведения дефаззификации.
7. Алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Графический пример.
8. Алгоритм нечеткого вывода Сугено. Графический пример.
9. Алгоритм нечеткого вывода Ларсена. Графический пример.
10. Алгоритм нечеткого вывода Цукамото. Графический пример.
11. Использование Scilab: SciFLT для создания систем нечеткого вывода.

Практические задания для экзамена

В рамках практического задания для оценки освоения компетенций ПК-17 и ПК-18 обучающемуся предлагается выполнить следующее кейс-задание.

Создать СНВ в системе Scilab: SciFLT по требованиям:

1. 1-2 входные ЛП
2. 1 выходная ЛП
3. Минимум 4 правила в НБЗ.
4. Для всех ЛП треугольные ФП, принцип стандартного нечеткого классификатора для УМ.

Варианты СНВ:

1. Температурный регулятор (варианты: сплит-система, смеситель)
2. Риск ДТП в зависимости от возраста водителя
3. Прогноз на попадание в баскетбольную команду игрока с учетом роста.
4. Прогноз погоды (температура, влажность воздуха).
5. Риск банкротства (прибыль, расходы).
6. Инвестиционная привлекательность акций фондового рынка.
7. Рискованность ИТ-проекта.
8. Оценка подходящего сотрудника на должность.
9. Оценка уровня зрелости предприятия.

Или решить задачу. Варианты исходных данных для задачи формируются автоматически с использованием авторского программного обеспечения. Тематика задач:

1. Найти НМ, заданное выражением с использованием операций над НМ.
2. Найти расстояние между нечеткими множествами.
3. Определить нечеткость НМ заданным методом.
4. Найти нечеткое отношение, заданное выражением.
5. Найти комбинацию нечетких отношений.
6. Разложить нечеткое отношение (нечеткое множество) по уровням.
7. Определить носитель нечеткого отношения (нечеткого множества).
8. Найти транзитивное замыкание нечеткого отношения.
9. Найти условное НМ.
10. Найти НМ, индуцированное отображением.
11. Определить, какими свойствами обладает заданное нечеткое отношение.
12. Изобразить нечеткое множество с помощью нечеткого графа (таблично, аналитически и т.д.).
13. Найти выпуклую комбинацию нечетких множеств.
14. Найти проекции нечетких отношений.
15. Найти цилиндрические продолжения проекций нечетких отношений. Определить, является ли отношение нормальным.
16. Оператор увеличения нечеткости.
17. Вычислить значение составного терма.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины «Элементы теории нечетких множеств» проводится в соответствии Положением системы менеджмента качества КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка «**отлично**» выставляется в том случае, когда обучающийся правильно и полностью выполнил основное задание и, возможно при необходимости, дополнительное задание лабораторной работы, ответил правильно на теоретические вопросы, на дополнительные вопросы. Показал отличные знания и умения при выполнении лабораторной работы в рамках учебного материала.

Оценка «**хорошо**» выставляется в том случае, когда обучающийся правильно и полностью выполнил задание лабораторной работы, ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями, на большинство дополнительных вопросов также, возможно, допуская незначительные ошибки. Показал достаточно хорошие знания и умения при выполнении лабораторной работы в рамках учебного материала.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется в том случае, когда обучающийся правильно выполнил задание лабораторной работы, ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал минимальные удовлетворительные знания и умения при выполнении лабораторной работы в рамках учебного материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в том случае, когда обучающийся неправильно выполнил задание лабораторной работы, не ответил на теоретические вопросы. Показал недостаточный уровень знаний и умений при выполнении лабораторной работы в рамках учебного материала.

Критерии оценки задачи

Оценка **«отлично»** выставляется в том случае, когда обучающийся правильно самостоятельно решил задачу. Показал отличные умения и навыки решения профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка **«хорошо»** выставляется в том случае, когда обучающийся решил задачу, при этом он допустил незначительные ошибки, исправленные самостоятельно после консультации с преподавателем. Показал достаточно хорошие умения и навыки решения профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется в том случае, когда обучающийся решил задачу, допустил при этом существенные ошибки, исправленные в итоге под прямым руководством преподавателя. Показал минимальные удовлетворительные умения и навыки решения простейших профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в том случае, когда обучающийся не решил задачу. Умения и навыки решения профессиональных задач отсутствуют.

Критерии оценки при проведении экзамена

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка

«хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная учебная литература:

1. Ефанова Н.В. Элементы теории нечетких множеств: учеб. пособие / Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 202 с. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_ETNM.pdf
2. Нечеткие гибридные системы: Теория и практика / И.З. Батыршин, А.О. Недосекин, А.А. Стецко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 208 с. (Информационные и компьютерные технологии) ISBN 978-5-9221-0786-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544667>
3. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 315 с. — ISBN 978-5-4497-0665-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97552.html>

Дополнительная учебная литература:

1. Задохина, Н. В. Математика и информатика. Решение логико-познавательных задач : учебное пособие для студентов вузов / Н. В. Задохина. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 127 с. — ISBN 978-5-238-02661-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81654.html>

2. Седова, Н. А. Теория нечетких множеств : учебное пособие / Н. А. Седова, В. А. Седов. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 421 с. — ISBN 978-5-4497-0196-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86526.html>

3. Московский, И. Г. Теория нечётких множеств : учебное пособие / И. Г. Московский. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 198 с. — ISBN 978-5-7433-2768-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80119.html>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень ЭБС

№	Наименование	Тематика	Ссылка
1.	IPRbook	Универсальная	http://www.iprbookshop.ru/
2.	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	https://edu.kubsau.ru/
3.	Znanium	Универсальная	https://znanium.com

Рекомендуемые интернет сайты:

– образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>

– научная электронная библиотека www.elibrary.ru [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

– материалы Национального Открытого Университета «Интуит» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.intuit.ru>

– Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] / С.Д. Штовба // Консультационный центр MATLAB компании Softline 2001–2016: [сайт]. Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>.

– Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. - М.: Радио и связь, 1982.— 432 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://sernam.ru/book_smn.php

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

К нормативно-методическим документам и материалам, обеспечивающим качество подготовки обучающихся, относятся:

Пл КубГАУ 2.2.1 «Рабочая программа дисциплины, практики».

Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

МИ КубГАУ 2.5.2 «Критерии оценки качества занятий».

Пл КубГАУ 2.5.4 «Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях».

Лабораторная работа. Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач и заданий по модулю или дисциплине в целом с использованием лабораторного оборудования. Для оценки знаний и умений обучающихся.

Задача. Средство, позволяющее оценить умение и навыки обучающегося применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся инструментальной и (или) лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Для оценки умений и навыков обучающихся.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины:

1. Методическое пособие для подготовки и проведения практических занятий по дисциплинам «Элементы теории нечетких множеств» и «Нечеткая математика и логика [Электронный ресурс] / Кубан. гос. аграрн. ун-т., Сост. Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова, Т.Ю. Грубич, 2012. – 97 с. – Режим доступа: http://edu.kubsau.ru/file.php/118/03_EHTNM_metodichka_.pdf

2. Элементы теории нечетких множеств : метод. рекомендации по контактной и самостоятельной работе [Электронный ресурс] / сост. Н. В. Ефанова, Е. А. Иванова. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 45 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/BI_EHTNM_MR_po_kontaktnoi_i_sam.rabote_v2_594095_v1_.PDF

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной атте-

станции по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

11.1 Перечень программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows	Операционная система
2	Office	Пакет офисных приложений
3	INDIGO	Тестирование

11.2 Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных и поисковых систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1.	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»	Универсальная	https://elibrary.ru

11.3 Доступ к сети Интернет

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Элементы теории нечетких множеств	Помещение №112 ЗР, посадочных мест — 96; площадь — 49,7кв.м; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

	семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №403 ЭК, посадочных мест — 50; площадь — 83,5 кв.м; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Сплит-система — 2 шт.; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №215 ЭК, посадочных мест — 20; площадь — 44 кв.м; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Технические средства обучения (компьютер персональный — 10 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель) программное обеспечение: Windows, Office, INDIGO. Помещение №216 ЭК, посадочных мест — 30; площадь — 41,8 кв.м; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, те-	
--	--	--

		кущего контроля и промежуточной аттестации. Технические средства обучения (компьютер персональный — 10 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель) программное обеспечение: Windows, Office, INDIGO. Помещение №4 ЭК, площадь — 31,1 кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. кондиционер — 2 шт.; лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; набор лабораторный — 1 шт.); технические средства обучения (принтер — 1 шт.; проектор — 1 шт.; микрофон — 1 шт.; ибп — 4 шт.; сервер — 1 шт.; носитель информации — 1 шт.; компьютер персональный — 15 шт.). Помещение №4 ЭК, площадь — 9,1 кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. сплит-система — 2 шт.; штатив — 1 шт.; лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 2 шт.; стенд лабораторный — 4 шт.); технические средства обучения (экран — 1 шт.; сетевое оборудование — 5 шт.; сервер — 6 шт.; компьютер персональный — 2 шт.).	
2	Элементы теории нечетких множеств	Помещение №206 ЭК, посадочных мест — 20; площадь — 41 кв.м; помещение для самостоятельной работы. Технические средства обучения (компьютер персональный — 9 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учеб-	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		ная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализирован- ное лицензионное и свободно рас- пространяемое программное обес- печение, предусмотренное в рабо- чей программе	
--	--	---	--