

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
Прикладные нечеткие системы
наименование дисциплины

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность
**Менеджмент проектов в области информационных технологий, создание
и поддержка информационных систем**

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
очная, заочная

Краснодар
2021

Рабочая программа дисциплины «Прикладные нечеткие системы» разработана на основе ФГОС ВО 09.03.03 Прикладная информатика утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 922.

Автор:

канд. экон. наук,
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 от 31.05.2021 № 9.

Председатель
методической комиссии
канд. пед. наук, доцент



Т.А. Крамаренко

Руководитель
основной профессиональной
образовательной программы
канд. экон. наук, доцент



Д.А. Замотайлова

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладные нечеткие системы» является формирование у обучающихся представления о математической теории нечетких множеств, а также ее применении при разработке прикладных систем нечеткого вывода для различных областей человеческой деятельности.

Задачи дисциплины:

- ознакомить обучающихся с понятиями теории нечетких множеств и основами нечетких систем управления;
- сформировать навыки работы с нечеткими множествами;
- ознакомить обучающихся с возможностью использования прикладных нечетких систем для обеспечения технологических и экономических процессов.

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

В рамках дисциплины «Прикладные нечеткие системы» не осваиваются профессиональные компетенции.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-6 – способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Прикладные нечеткие системы» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность «Менеджмент проектов в области информационных технологий, создание и поддержка информационных систем».

4 Объем дисциплины (72 часа, 2 зачетные единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа в том числе:	49	9
— аудиторная по видам учебных занятий	48	8
— лекции	16	2
— лабораторные	32	6
— внеаудиторная	1	1
— зачет	1	1
Самостоятельная работа в том числе:	23	63
— прочие виды самостоятельной работы	23	63
Итого по дисциплине	72	72
в том числе в форме практической подготовки	0	0

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины студенты (обучающиеся) сдают зачет с оценкой.

Дисциплина изучается: на очной форме обучения на 2 курсе, в 4 семестре, на заочной форме – на 2 курсе, в л/с.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Наименование тем с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Теория нечетких множеств как основа нечетких систем управления. Основные понятия и определения теории нечетких множеств	ОПК-1, ОПК-6	4	2	2	2

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемы е компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
2	Функция принадлежности нечеткого множества	ОПК-1, ОПК-6	4	2	2	2
3	Операции над нечеткими множествами. Обобщение операций.	ОПК-1, ОПК-6	4	2	6	2
4	Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости.	ОПК-1, ОПК-6	4	2	4	2
5	Нечеткие отношения. Принцип обобщения.	ОПК-1, ОПК-6	4	2	6	2
6	Основы нечеткой логики. Нечеткая и лингвистическая переменная	ОПК-1, ОПК-6	4	2	2	2
7	Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода	ОПК-1, ОПК-6	4	2	2	3
8	Прикладные нечеткие системы в экономике и бизнесе	ОПК-1, ОПК-6	4	1	4	4
9	Прикладные нечеткие системы обеспечения технологических процессов	ОПК-1, ОПК-6	4	1	4	4

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемы е компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
				Лекции и	Лабораторны е занятия	Самостоятельна я работа
Итого				16	32	23

Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемы е компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Теория нечетких множеств как основа нечетких систем управления. Основные понятия и определения теории нечетких множеств	ОПК-1, ОПК-6	2, л/ с	2		7
2	Функция принадлежности нечеткого множества	ОПК-1, ОПК-6	2, л/ с			7
3	Операции над нечеткими множествами. Обобщение операций.	ОПК-1, ОПК-6	2, л/ с		2	7
4	Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости.	ОПК-1, ОПК-6	2, л/ с		2	7
5	Нечеткие отношения. Принцип обобщения.	ОПК-1, ОПК-6	2, л/ с		2	7

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемы е компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
6	Основы нечеткой логики. Нечеткая и лингвистическая переменная	ОПК-1, ОПК-6	2, л/с			7
7	Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода	ОПК-1, ОПК-6	2, л/с			7
8	Прикладные нечеткие системы в экономике и бизнесе	ОПК-1, ОПК-6	2, л/с			7
9	Прикладные нечеткие системы обеспечения технологических процессов	ОПК-1, ОПК-6	2, л/с			7
Итого				2	6	63

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

6.1 Методические указания (собственные разработки)

Прикладные нечеткие системы : метод. рекомендации по контактной и самостоятельной работе / сост. Н. В. Ефанова, Е. А. Иванова. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 52 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/118/PI_PNS_MR_po_kontaktnoi_i_sam.rabote_v2_594099_v1_.PDF

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Ефанова Н.В. Элементы теории нечетких множеств: учеб. пособие / Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 202 с., http://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_ETNM.pdf, 100 экз.

2. 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>

3. Седов В.А. Разработка интеллектуальных систем на базе нечеткой логики в WinFACT [Электронный ресурс] : учебно-методические указания / В.А. Седов, Н.А. Седова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 28 с. — 978-5-4486-0186-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71583.html>

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>ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</i>	
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
1	Дискретная математика
1, 2	Математический анализ и дополнительные разделы математики
1, 2	Алгоритмизация и программирование
2	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
2	Учебная практика: ознакомительная практика
3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Алгоритмы и структуры данных
4	Исследование операций и методы оптимизации
4	<i>Прикладные нечеткие системы</i>
4	Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
<i>ОПК-6 способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</i>	

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
1	Экономическая теория
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2	Экономика фирмы (предприятия)
1, 2	Математический анализ и дополнительные разделы математики
3	Теория вероятностей и математическая статистика
4	Исследование операций и методы оптимизации
4	Теория систем и системный анализ
4	<i>Прикладные нечеткие системы</i>
4	Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика
4,5	Проектирование информационных систем
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

* 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	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности					
ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Отсутствуют все необходимые знания, умения и навыки, необходимые для применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Лабораторные работы, задачи, рубежная контрольная работа (заочная форма обучения), зачет с оценкой (вопросы и задания)
ОПК-6 – способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования					
ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций,	Отсутствуют все необходимые знания, умения и навыки, необходимые для проведения анализа	Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и	Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и	Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и	Лабораторные работы, задачи, рубежная контрольная работа (заочная форма

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.	математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	обучения), зачет с оценкой (вопросы и задания)

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

7.3.1 Оценочные средства по компетенциям ОПК-1, ОПК-6 для текущего контроля

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

Характеристики нечетких множеств

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 альфа = 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/выпуклые.

Операции над нечеткими множествами

	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:

$$0) (B \cdot C) \oplus A$$
$$1) (\neg A - B) \cap C$$
$$2) \neg (D \cap A_{sb} \neg E)$$

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 S .

ЗАДАНИЕ 3. Найти результат операции растяжения нечеткого множества S .

ЗАДАНИЕ 4. Найти результат операции умножения на число a нечеткого множества C при $a = 0,1$.

ЗАДАНИЕ 5. Найти выпуклую комбинацию нечетких множеств A и D

Весы множеств в порядке их следования: 0,96 ; 0,04 ;

ЗАДАНИЕ 6. Найти множество $\Phi(C, K)$ - результат действия оператора увеличения нечёткости Φ на множество C .

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: A и D, B и E.

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: A, C.

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 A:

	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

Рубежная контрольная работа (заочная форма обучения)

Контрольная работа состоит из двух частей.

Тематика заданий части 1 контрольной работы:

1. Найти НМ, заданное выражением.
2. Найти выпуклую комбинацию нечетких множеств.
3. Применить оператор увеличения нечеткости Φ к НМ.
4. Разложить НМ по уровням.
5. Определить тип и параметры ФП, характеристики НМ.
6. Найти расстояние между нечеткими множествами.
7. Найти евклидовы нормы.
8. Найти обычное множество, ближайшее к нечеткому.
9. Определить, какое НМ является более нечетким (найти индекс нечеткости).
10. Найти векторный индикатор нечеткости.
11. Найти меру нечеткости Ягера.
12. Привести пример нечеткого отношения для заданных УМ.
13. Изобразить нечеткое отношение в виде нечеткого графа (и наоборот + вариации на эту тему).
14. Определить носитель нечеткого отношения.
15. Определить, какое отношение является вложенным в другое нечеткое отношение.
16. Разложить нечеткое отношение по уровням.

17. Найти отношение, заданное выражением с использованием соответствующих операций над нечеткими отношениями.
 18. Найти обратное отношение.
 19. Найти обычное отношение, ближайшее к нечеткому.
 20. Найти проекции НО и определить «нормальность».
 21. Проверить, является ли отношение сепарабельным (цилиндрические продолжения проекций).
 22. Найти композицию НО.
 23. Привести примеры на основные свойства НО.
 24. Определить, обладает ли НО заданным свойством.
 25. Определить (привести пример) отношения предпорядка, порядка, сходства, различия, подобия и т.п.
 26. Найти транзитивное замыкание НО.
 27. Найти (min-max)-расстояние.
 28. Найти НМ, индуцированное отображением.
 29. Найти НМ, индуцированное НО и НМ.
- Пример варианта контрольной работы приведен ниже.

Контрольная работа

Вариант №1

1. Нечеткие множества А, В и С заданы таблично. Вычислить значение выражений. Оформить решение по действиям. Результат сократить до **второго** знака после запятой (например, 0.23; 0.20).

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	X7	x8
A	0,2	0,1	0	1	0,9	0,6	0,5	0,3
B	0,3	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	0,7
C	0,1	0,7	1	0,4	0,3	0,2	0,9	0
$(AB) \cup (C-B)$								
$(B+C)-A$								
- операция отрицания; ++ - дизъюнктивная сумма; + - алгебраическая сумма								

2. Найти выпуклую комбинацию нечетких множеств D C A B. Веса множеств заданы в порядке их следования: 0,53 ; 0,09 ; 0,02 ; 0,36. Результат сократить до третьего знака после запятой (например, 0.234; 0.200).

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
A	0,4	0	0	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3
B	0,9	0,8	0,5	0	0	0,4	0,8	0
C	0,1	0,4	0,6	0,6	0,9	0,8	0,6	0,6
D	0,8	0,7	0,5	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7

3. Задано универсальное множество E = «буквы латинского алфавита». Применить оператор увеличения Φ к нечеткому множеству S. Результат записать в порядке следования букв в таблице. Значения сократить до второго знака после запятой (например, 0.23; 0.20). Например: $\Phi(S, K) = 0,23/A + 0,10/B + \dots + 0,35/G$.

E=	A	B	C	D	E	F	G
----	---	---	---	---	---	---	---

S=	0,3	0	0,7	0,1	0,3	0,9	0,1
K(A)=	1	0,2	0,5	0,6	0,4	0,1	0
K(B)=	0,1	1	0	0,5	0,7	0,5	0,4
K(C)=	0	0,8	1	0,4	0,3	0,2	0,9
K(D)=	0,2	0,5	0	1	0	0,8	0
K(E)=	0,7	0,2	0,2	0	1	0,6	0,3
K(F)=	0,3	0,1	0,4	0	0,2	1	0,1
K(G)=	0	0,4	0,5	0	0,1	0,1	1

4. Разложить нечеткое множество А (см. п.5) по уровням.

5. Функция принадлежности нечеткого множества задана аналитически. Определите тип функции принадлежности, все возможные характеристики нечеткого множества (высоту, точки перехода, носитель, ядро, центр ФП) и параметры функции (a, b, c, d, σ - в зависимости от типа функции).

$$f = \frac{1}{1 + e^{(x-4)}}$$

6. Задайте таблично нечеткие множества «Начало года», «Середина года», «Конец года»

7. Даны два нечетких множества. Найти линейное расстояние между ними (обычное и относительное). Определить, какое из множеств является более нечетким (через квадратичный индекс нечеткости).

Множество А:

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
0.7	0.0	0.6	0.2	0.0	0.4	0.0

Множество В:

y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7
0.5	0.3	0.6	0.7	0.8	0.1	0.3

8. Привести пример нечеткого отношения для $X = \{1, 2, 3\}$, $Y = \{4, 5, 6\}$. Изобразить данное отношение в виде нечеткого графа. Определить носитель этого отношения.

9. Даны два нечетких отношения. Определить, какое из них является вложенным в другое.

Отношение R1:

0.8	0.7	0.0	1.0	0.5
0.4	0.8	0.4	0.2	0.1
0.3	0.6	0.3	0.0	0.2
0.0	0.0	1.0	0.2	0.7
0.8	0.7	0.1	1.0	0.5

Отношение R2:

0.1	0.6	0.0	1.0	0.3
0.2	0.6	0.2	0.1	0.1
0.1	0.3	0.3	0.0	0.0
0.0	0.0	0.9	0.0	0.6
0.7	0.5	0.0	0.4	0.4

10. Разложить заданное нечеткое отношение R по уровням.

0.6	0.1	0.1
0.3	0.4	0.4
1.0	0.6	0.3

11. Для заданных трех нечетких отношений получить новое отношение

$$R = \overline{R1 \cdot R2} \cup R3.$$

$$R1 =$$

0,4	0,1	0,7
0,3	0,5	1
0,4	0,3	0
0,2	0,2	0,1

$$R2 =$$

0,3	0,2	0,2
0,1	0,7	0,1
1	0,8	0,4
0,3	0	0,1

$$R3 =$$

0,3	0,5	0,2
1	0	0,4
0,3	0,7	0,7
0,6	0,6	0,8

12. Задано нечеткое отношение R. Определить отношение, обратное к данному. Найти проекции исходного отношения и определить, является ли оно нормальным. Найти цилиндрические продолжения проекций.

0.4	0.3	0.6	0.8	0.1
0.8	1.0	0.2	0.8	0.0
1.0	0.1	0.1	0.8	0.0
0.2	0.4	0.6	0.5	0.6
0.7	0.7	0.2	0.0	0.6

13. Для заданных двух нечетких отношений найти их максиминную композицию.

$$R1 =$$

0,3	1	1
0	0,5	0,1
0,4	0,9	0,1
0,3	0,2	0

$$R2 =$$

0,3	0,4	0	0,1
0,5	0,9	1	0
0,2	0,4	0	0,8

14. Для заданного нечеткого отношения найти его транзитивное замыкание, определить, какими свойствами оно обладает: рефлексивность (антирефлексивность), симметричность (антисимметричность, совершенная антисимметрия), транзитивность. Проверить, является ли данное отношение отношением предпорядка, порядка, сходства, несходства, различия, подобия.

$$R =$$

0,3	0	0,1	0	0,3
0,4	1	0	1	0,4
1	0,4	0,1	0,4	1
0,4	1	0	1	0,4
0,3	0	0,1	0	0,3

15. Найти:

- нечеткое множество, индуцированное нечетким множеством A и отображением L;
- условное нечеткое множество, индуцированное нечетким множеством A и нечетким отношением R.

A				
x1	x2	x3	x4	x5
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

R		
0,3	0,5	0,4
0	1	0
0,1	0,2	0,3
0,2	0,5	0,8
0,2	0,6	0,9

L:

$L\{x_1\} = \{y_2, y_5, y_6\}$
 $L\{x_2\} = \{y_1, y_2\}$
 $L\{x_3\} = \{y_3, y_4\}$
 $L\{x_4\} = \{y_6\}$
 $L\{x_5\} = \{y_1, y_4, y_5\}$

Часть 2.

Представить как ЛП следующее понятие (по вариантам, первые 5 вариантов в качестве примера):

1. Ликвидность.
2. Экономическая эффективность предприятия.
3. Уровень ДТП региона.
4. Уровень экономического риска.
5. Прибыль.

Определить УМ ЛП. Для ЛП выделить базовое и расширенное термножество. В базовом не менее 3-5 термов. Для расширенного предложить синтаксическое правило. Синтаксическое правило должно быть создано на основе нечетких классификаторов. Для отображения семантики термов использовать стандартные кусочно-линейные ФП.

7.3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

7.3.2.1 Оценочные средства для промежуточного контроля по компетенции «ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

Вопросы к зачету с оценкой

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 $XY\bar{Y}$ 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. Проекция нечетких отношений. Нормальные и субнормальные нечеткие отношения. Цилиндрические продолжения проекций нечетких отношений. Свойство сепарабельности.

32. Максимальная композиция нечетких отношений и ее свойства. Минимаксная и максимумумпликативная 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.

7.3.2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля по компетенции «ОПК-6 – способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования»

Вопросы к зачету с оценкой

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 зачета с оценкой

В рамках практического задания для оценки освоения компетенций ОПК-1 и ОПК-6 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.

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

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 рубежной контрольной работы (для заочной формы обучения)

Оценка **«зачтено»** выставляется в том случае, когда обучающийся выполнил задания контрольной работы, ответил на теоретические вопросы, возможно с небольшими неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения при выполнении контрольной работы в рамках учебного материала.

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

Критерии оценки при проведении зачета с оценкой

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.

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Ефанова Н.В. Элементы теории нечетких множеств: учеб. пособие / Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 202 с. https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_ETNM.pdf
2. Седова Н.А. Нечеткие отношения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Седова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 60 с. — 978-5-4486-0068-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69296.html>
3. 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>

Дополнительная литература:

1. Седов В.А. Разработка интеллектуальных систем на базе нечеткой логики в WinFACT [Электронный ресурс] : учебно-методические указания / В.А. Седов, Н.А. Седова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 28 с. — 978-5-4486-0186-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71583.html>
2. Теория и методы разработки управленческих решений. Поддержка принятия решений с элементами нечеткой логики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Н. Лучко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный институт сервиса, 2012.— 110 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12704>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень ЭБС

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

Рекомендуемые интернет сайты:

- материалы Национального Открытого Университета «Интуит» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.intuit.ru>
- материалы сайта образовательной платформы Coursera [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.coursera.org>;
- материалы портала «Открытое образование» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://openedu.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
- Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.intuit.ru>.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Прикладные нечеткие системы : метод. рекомендации по контактной и самостоятельной работе / сост. Н. В. Ефанова, Е. А. Иванова. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 52 с. https://edu.kubsau.ru/file.php/118/PI_PNS_MR_po_kontaktnoi_i_sam.rabote_v2_594099_v1_.PDF
2. Ефанова Н.В. Элементы теории нечетких множеств: учеб. пособие / Н.В. Ефанова, Е.А. Иванова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 202 с., https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_ETNM.pdf

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.

Рубежная контрольная работа (для заочной формы обучения). Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу или модулю учебной дисциплины. Рекомендуются для оценки знаний и умений обучающихся.

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся», а также Пл КубГАУ 2.5.14 «О порядке индивидуального учета результатов освоения обучающимися образовательных программ высшего образования и хранения в архивах информации об этих результатах».

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных 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 аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Программное обеспечение:

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Microsoft Visio	Схемы и диаграммы
4	Scilab, модуль sciFLT https://www.scilab.org/	Пакет прикладных математических программ,

		предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов.
--	--	---

Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных и поисковых систем

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

Доступ к сети Интернет и ЭИОС университета

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

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
Прикладные нечеткие системы	Помещение №315 ЭК, площадь — 44,3 кв.м.; посадочных мест — 20; учебная аудитория для проведения учебных занятий 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, Microsoft Visio, Scilab, модуль sciFLT Помещение №216 ЭК, посадочных мест — 30; площадь — 41,8 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий. технические средства обучения (компьютер персональный — 10 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель);	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

	программное обеспечение: Windows, Office, Indigo, Microsoft Visio, Scilab, модуль sciFLT Помещение №403 ЭК, посадочных мест — 50; площадь — 83,5 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий. 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 №201 ЭК, площадь — 40 кв.м.; посадочных мест — 20; площадь — 40 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий сплит-система — 1 шт.; 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, Microsoft Visio, Scilab, модуль sciFLT Помещение №210 ЭК, площадь — 62,3 кв.м.; посадочных мест — 30; учебная аудитория для проведения учебных занятий кондиционер — 1 шт.; технические средства обучения (проектор — 1 шт.; компьютер персональный — 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); программное обеспечение: Windows, Office, Indigo, Microsoft Visio, Scilab, модуль sciFLT Помещение №112 ЗР, посадочных мест — 96; площадь — 49,7 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий. специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.	
--	--	--

	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.).	
Прикладные нечеткие системы	Помещение №206 ЭК, посадочных мест — 20; площадь — 41 кв.м.; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (компьютер персональный — 9 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13
Прикладные нечеткие системы	Помещение №211а НОТ, посадочных мест — 30; площадь — 47,1 кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (принтер — 2 шт.; экран — 1 шт.; проектор — 1 шт.; сетевое оборудование — 1 шт.; ибп — 1 шт.; компьютер персональный — 6 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13