

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

Факультет прикладной информатики
Системного анализа и обработки информации



УТВЕРЖДЕНО

Декан

Замотайлова Д.А.

Протокол от 25.04.2025 № 7

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) подготовки: Управление цифровой трансформацией бизнеса

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Разработчики:

Доцент, кафедра системного анализа и обработки информации Ефанова Н.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 29.07.2020 № 838, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Менеджер по информационным технологиям", утвержден приказом Минтруда России от 30.08.2021 № 588н; "Специалист по информационным системам", утвержден приказом Минтруда России от 13.07.2023 № 586н; "Системный аналитик", утвержден приказом Минтруда России от 27.04.2023 № 367н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Факультет прикладной информатики	Председатель методической комиссии/совета	Крамаренко Т.А.	Согласовано	21.04.2025, № 8
2		Руководитель образовательной программы	Вострокнутов А.Е.	Согласовано	21.04.2025, № 8

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - 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 изучения дисциплины:

- 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 поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий;
- изучение приемов и методов принятия решений при нечеткой исходной информации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-6 Способен выполнять отдельные задачи в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий

ОПК-6.1 Показывает знания в области математического моделирования и анализа предметной области с использованием информационно-коммуникационных технологий

Знать:

ОПК-6.1/Зн1 Знает методы математического моделирования и анализа предметной области с использованием информационно-коммуникационных технологий

Уметь:

ОПК-6.1/Ум1 Умеет применять методы математического моделирования и анализа предметной области с использованием информационно-коммуникационных технологий

Владеть:

ОПК-6.1/Нв1 Показывает знания в области математического моделирования и анализа предметной области с использованием информационно-коммуникационных технологий

ОПК-6.2 Демонстрирует навыки решения математических задач с использованием приемов, экономико-математических методов, моделей и алгоритмов в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для решения отдельных задач

Знать:

ОПК-6.2/Зн1 Знает способы решения математических задач с использованием приемов, экономико-математических методов, моделей и алгоритмов в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для решения отдельных задач

Уметь:

ОПК-6.2/Ум1 Умеет решать математические задачи с использованием приемов, экономико-математических методов, моделей и алгоритмов в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для решения отдельных задач

Владеть:

ОПК-6.2/Нв1 Владеет навыками решения математических задач с использованием приемов, экономико-математических методов, моделей и алгоритмов в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для решения отдельных задач

ОПК-6.3 Осуществляет поиск, выработку и применение новых решений в области информационно-коммуникационных технологий, реализующих отдельные задачи

Знать:

ОПК-6.3/Зн1 Знает методы поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий, реализующих отдельные задачи

Уметь:

ОПК-6.3/Ум1 Умеет применять методы поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий, реализующих отдельные задачи

Владеть:

ОПК-6.3/Нв1 Осуществляет поиск, выработку и применение новых решений в области информационно-коммуникационных технологий, реализующих отдельные задачи

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Элементы теории нечетких множеств» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	144	4	63	3	30	30	54	Экзамен (27)
Всего	144	4	63	3	30	30	54	27

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Теория нечетких множеств, нечеткая логика и нечеткое управление	114		30	30	54	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
Тема 1.1. Введение в теорию нечетких множеств	8			2	6	
Тема 1.2. Основные понятия и определения теории нечетких множеств	10		2	2	6	
Тема 1.3. Операции над нечеткими множествами. Обобщение операций.	14		4	4	6	
Тема 1.4. Функция принадлежности нечеткого множества.	10		2	2	6	
Тема 1.5. Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости.	14		4	4	6	
Тема 1.6. Нечеткие отношения	18		6	6	6	
Тема 1.7. Нечеткая и лингвистическая переменная	14		4	4	6	
Тема 1.8. Основы нечеткой логики	10		2	2	6	
Тема 1.9. Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода	16		6	4	6	
Раздел 2. Промежуточная аттестация	3	3				ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
Тема 2.1. Экзамен	3	3				
Итого	117	3	30	30	54	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Теория нечетких множеств, нечеткая логика и нечеткое управление
(Лабораторные занятия - 30ч.; Лекционные занятия - 30ч.; Самостоятельная работа - 54ч.)

Тема 1.1. Введение в теорию нечетких множеств
(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Предмет дисциплины и ее задачи. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Понятия неопределенности, нечеткости. История развития научного направления

Тема 1.2. Основные понятия и определения теории нечетких множеств

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

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.

Тема 1.3. Операции над нечеткими множествами. Обобщение операций.

(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

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.

Тема 1.4. Функция принадлежности нечеткого множества.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Стандартные функции принадлежности (ФП). Методы построения ФП. Аналитическое, графическое и табличное представление ФП. Типы ФП: треугольные, трапециевидные, колоколообразные, сигмоидные, Гаусса, полиномиальные.

Тема 1.5. Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости.

(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Определение расстояния для нечеткого множества. Виды расстояний. Аксиомы расстояния. Четкое множество, ближайшее к нечеткому. Подходы к определению нечеткости.

Тема 1.6. Нечеткие отношения

(Лабораторные занятия - 6ч.; Лекционные занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

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.

Тема 1.7. Нечеткая и лингвистическая переменная

(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Принятая терминология: понятие нечеткой переменной, нечеткой лингвистической переменной. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами. Лингвистические неопределенности и вычисление значений лингвистических переменных.

Тема 1.8. Основы нечеткой логики

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Логические связи в нечеткой логике. Таблицы истинности. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Составное правило вывода: правила нечетких продукций, виды правил.

Тема 1.9. Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода

(Лабораторные занятия - 6ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Нечеткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечеткого вывода. Нечеткие алгоритмы. Нечетко-логические модели

Раздел 2. Промежуточная аттестация

(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теория нечетких множеств, нечеткая логика и нечеткое управление

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Приоритет выполнения операций

Укажите правильный порядок выполнения операций (Приоритет выполнения операций).

Операции:

дополнение

пересечение

объединение

разность

дизъюнктивная сумма

2. Сопоставить формулу операции над нечеткими множествами с ее названием

Сопоставьте формулу операции над нечеткими множествами с ее названием.

Формула операции над нечеткими множествами

1. $\min(\mu_A(x), 1 - \mu_B(x))$

2. $\max\{[\min\{\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)\}]; [\min\{1 - \mu_A(x), \mu_B(x)\}]\}$

3. $\max(0, \mu_A(x) - \mu_B(x))$

4. $\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

Название операции

А. разность

Б. дизъюнктивная сумма

В. ограниченная разность

Г. алгебраическая сумма

3. Сопоставьте функции принадлежности своим типам

Сопоставьте функции принадлежности своим типам.

Функции принадлежности

1. треугольная

2. Гаусса

3. сигмоида

Типы

А. кусочно-линейная

Б. П-образная

В. S-образная

4. Порядок механизма нечеткого логического вывода

Установите правильный порядок этапов механизма нечеткого логического вывода:

Фаззификация

Агрегирование подусловий

Активизация подзаключений

Аккумуляция заключений

Дефаззификация

5. Найти глобальную проекцию

Нечеткое отношение задано таблично. Найти глобальную проекцию.

0,7	0,9	0
а	б	в

0,5	1	0,5
0,1	0,7	0,1

6. Найти Абсолютное расстояние Хемминга

Нечеткие множества А, В и С заданы дискретно. Найти Абсолютное расстояние Хемминга между В и С. (дробную часть отделять запятой . Пример: 0,2). В обосновании записать порядок вычисления по действиям: "Порядок вычисления: 1) ... 2) ..."

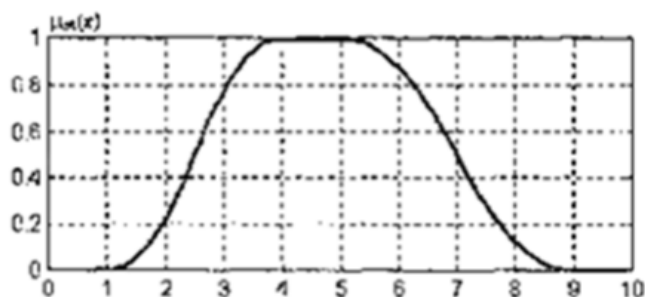
	x1	x2	x3
A	0,3	0,4	1
B	0,5	0,6	0,7
C	0,1	0,9	0,9

7. Найти множество альфа-уровня

Нечеткое множество А задано графически своей функцией принадлежности. Найти альфа-сечение при $\alpha=0,4$. В ответе записать номер правильного ответа без точки. В обосновании ответа записать принцип определения альфа-сечения.

Номера ответов:

- 1
- 2
- 3
- 4



1. $A_{0,4} = \{2, 3, 4\}$
2. $A_{0,4} = \{3, 4, 5, 6, 7, 8\}$
3. $A_{0,4} = \{3, 4, 5, 6, 7\}$
4. $A_{0,4} = \{5, 6, 7, 8, 9\}$

8. Найти точку перехода нечеткого множества

Найдите точку перехода нечеткого множества А. Укажите номер правильного ответа. В обосновании запишите определение точки перехода нечеткого множества

Номера ответов на рисунке:

- 1
- 2
- 3
- 4

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

1. 1
2. 6
3. 5
4. 4

9. Найти высоту нечеткого множества

Чему равна высота нечеткого множества А? В ответе указать номер правильного ответа. В обосновании записать определение высоты нечеткого множества.

Номера ответов:

- 1
- 2
- 3
- 4

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

1. 0.15
2. 1
3. 0
4. 0.5

10. Выбор функции принадлежности

На универсальном множестве «сотрудники фирмы» необходимо задать нечеткое множество «сотрудники с высокой зарплатой». Выберите подходящий тип функции принадлежности:

1. S-образная
2. Z-образная
3. Гаусса
4. сигмоидная

В обосновании запишите принцип для задания подобных нечетких множеств

Раздел 2. Промежуточная аттестация

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Третий семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3

Вопросы/Задания:

1. Понятие неопределенности и нечеткости
2. Связь теории нечетких множеств, нечеткой логики и теории нечеткого управления
3. История развития научного направления
4. 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.

5. Основные характеристики НМ: определение носителя, точки перехода, ядра, высоты и альфа-сечения НМ. Привести графический пример, отметить характеристики. Пустое НМ.

6. Высота НМ. Свойство унимодальности и нормальности. Нормализация НМ. Примеры.

7. Альфа-сечение и альфа-уровень НМ. Разложение НМ по альфа-уровням, теорема о декомпозиции.

8. Выпуклость НМ. Примеры.

9. Равенство и вложенность НМ. Принцип доминирования. Примеры.

10. Основные операции над НМ: дополнение, объединение, пересечение. Примеры аналитического выполнения и графического изображения этих операций.

11. Приоритет выполнения операций.

12. Свойства операций объединения и пересечения.

13. Операции разности и дизъюнктивной суммы НМ, примеры аналитического выполнения этих операций. Операции концентрирования и растяжения НМ, привести графический пример.

14. Алгебраические операции над НМ. Алгебраическое произведение и алгебраическая сумма, их свойства. Доказательство свойств алгебраических операций над НМ (на произвольном примере).

15. Алгебраические операции над НМ, их отличие от других операций над НМ. Операция возведения в степень и ее частные случаи: концентрирование и растяжение НМ.

16. Операция умножения на число. Выпуклая комбинация НМ. Оператор увеличения нечеткости. Декартово произведение НМ.

17. Кусочно-линейные функции принадлежности НМ, особенности их применения.

18. S- и Z-образные функции принадлежности НМ.

19. П-образные функции принадлежности НМ.

20. Треугольные нормы и конормы. Примеры. Специальные уравнения для пары «норма-конорма». Пример использования специального уравнения.

21. Свойства треугольных норм и конорм для N аргументов. Параметризованные нормы и конормы.

22. Понятие расстояния между множествами. Аксиомы расстояния. Абсолютное и относительное расстояние Хемминга для НМ.

23. Абсолютное и относительное евклидово расстояние. Определение евклидовых норм. Частный случай евклидовых норм.

24. Обычное множество, ближайшее к нечеткому. Свойства, связанные с ближайшим обычным множеством. Линейный и квадратичный индексы нечеткости.

25. Аксиоматический подход к определению нечеткости НМ. Оценка нечеткости через энтропию. Мера нечеткости Р.Ягера.

26. Понятие n-арного и бинарного нечеткого отношения. Нечеткое отношение «х приблизительно равен у», «х много больше у». Изображение нечетких отношений типа XX и XY с помощью нечетких графов.

27. Носитель нечеткого отношения. Вложенные (строго и нестрого) нечеткие отношения. Альфа-сечение нечеткого отношения. Теорема о декомпозиции.

28. Перечислить и дать определение всех операций над нечеткими отношениями.

29. Обратное отношение. Обычное отношение, ближайшее к нечеткому. Свойства дистрибутивности нечетких отношений.

30. Проекция нечетких отношений. Нормальные и субнормальные нечеткие отношения. Цилиндрические продолжения проекций нечетких отношений. Свойство сепарабельности.

31. Максиминная композиция нечетких отношений и ее свойства. Минимаксная и максимумумпликативная композиция нечетких отношений. Обобщение максиминной композиции.

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

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

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

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

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

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

38. Понятие нечеткой и лингвистической переменной. Примеры лингвистической переменной.

39. Нечеткие числа и их свойства.

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

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

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

43. Сложение нечетких чисел с использованием принципа обобщения.

44. Операции над нечеткими числами с использованием сегментного принципа.

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

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

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

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

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

50. Нечеткие и приближенные рассуждения. Композиционное правило вывода.

51. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила преобразования нечетких высказываний. Правила нечетких продукций.

52. Механизм нечеткого логического вывода.

53. Нечеткая база знаний. Правила полноты и непротиворечивости.

54. Блок решений в системе нечеткого логического вывода (с примерами).

55. Процессы фаззификации и дефаззификации. Методы проведения дефаззификации.

56. Алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Графический пример.

57. Алгоритм нечеткого вывода Сугено. Графический пример.

58. Алгоритм нечеткого вывода Ларсена. Графический пример.

59. Алгоритм нечеткого вывода Цукамото. Графический пример.

60. Использование Scilab: SciFLT для создания систем нечеткого вывода.

61. Создать CHB 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.

62. Практика решения задач.

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.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Яцало,, Б. И. Нечеткие интеллектуальные системы: конспект лекций. учебное пособие / Б. И. Яцало,. - Нечеткие интеллектуальные системы - Москва: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2020. - 132 с. - 978-5-7262-2713-9. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/116409.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке
2. ЕФАНОВА Н.В. Элементы теории нечетких множеств: учеб. пособие / ЕФАНОВА Н.В., Иванова Е.А.. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 201 с. - 978-5-00097-229-8. - Текст: непосредственный.
3. Соловьев,, В. В. Исследование нечетких систем управления в среде Matlab: учебное пособие / В. В. Соловьев,, В. В. Шадрина,, Е. А. Шестова,. - Исследование нечетких систем управления в среде Matlab - Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 54 с. - 978-5-9275-1757-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/78671.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Флегонтов А. В. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных: монография / Флегонтов А. В., Вилков В. Б., Черных А. К.. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 332 с. - 978-5-507-47841-5. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/329102.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Прикладные нейро-нечеткие вычислительные системы и устройства: Монография / М.В. Бобырь, С.Г. Емельянов, А.Е. Архипов, Н.А. Милостная. - 1 - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 263 с. - 978-5-16-110980-9. - Текст: электронный // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/1900/1900641.jpg> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

3. Седова,, Н. А. Нечеткие отношения: учебное пособие / Н. А. Седова,. - Нечеткие отношения - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 60 с. - 978-5-4497-3156-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/140616.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

4. Системы нечеткого вывода (с примерами и практическими занятиями): учебное пособие / С. А. Сериков,, Е. А. Серикова,, О. В. Кочнева,, Н. А. Мохова,. - Системы нечеткого вывода (с примерами и практическими занятиями) - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. - 103 с. - 978-5-7422-8076-7. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/143002.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

5. Седова,, Н. А. Теория нечетких множеств: учебное пособие / Н. А. Седова,, В. А. Седов,. - Теория нечетких множеств - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. - 426 с. - 978-5-4497-1878-5. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/127575.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

6. Сладкова,, Л. А. Теория нечетких множеств: учебное пособие / Л. А. Сладкова,. - Теория нечетких множеств - Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. - 130 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/122138.html> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

7. Нечеткое моделирование и управление в технических системах / Кудинов Ю. И., Пащенко Ф. Ф., Кудинов И. Ю., Пащенко А. Ф.. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. - 978-5-8114-9031-8. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/183718.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://edu.kubsau.ru/> - Образовательный портал КубГАУ
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbook
3. <https://znanium.com/> - Znanium.com

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1 Microsoft Windows - операционная система.

2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>

2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>

3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

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

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Индиго;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Лекционный зал

310эк

- 0 шт.

Компьютерный класс

401эк

Персональный компьютер IRU i5/16Gb/512GbSSD/23.8 - 1 шт.

402эк

Персональный компьютер IRU i5/16Gb/512GbSSD/23.8 - 1 шт.

404эк

Персональный компьютер UNIVERSALD1 i5/16Gb/512GbSSD/23.8 - 1 шт.

408эк

Персональный компьютер IRU i5/16Gb/512GbSSD/23.8 - 1 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с

преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Лабораторные занятия

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;

- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АООП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскостную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «проектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие

трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие четкой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие четкой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- четкое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с

прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "Элементы теории нечетких множеств" ведётся в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.