

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «23» июня 2026 г.
протокол № 38

Рабочая программа дисциплины Нечеткая логика

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра автоматизированных и информационных систем управления им. Ю.И. Ерёменко</u>
Направление подготовки	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u> <u>Автоматизация технологических процессов и производств (горно-металлургическое производство)</u>
Профиль	
Квалификация	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	<u>5</u> ЗЕТ

Формы контроля в семестрах:

Часов по учебному плану	<u>180</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>34</u>
самостоятельная работа	<u>101</u>
часов на контроль	<u>45</u>

Экзамен 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные работы	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	101	101	101	101
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2026

Программу составил:
Ст. преподаватель каф. АИСУ, кандидат
технических наук, Цыганков Юрий Александрович
Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью


подпись

Рабочая программа дисциплины

Нечеткая логика

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (приказ от 25.11.21 г. № 465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2026 года набора.

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль: Автоматизация технологических процессов и производств (горно-металлургическое
производство), утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 23.06.2026 г., протокол № 38.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматизированные и информационные системы управления им. Ю.И. Ерёменко

Протокол от «22» июня 2026 г. № 6

И.о. зав. кафедрой АИСУ им. Ю.И.
Ерёменко


подпись

Д.А. Полещенко

«22» июня 2026 г.

Руководитель ОПОП ВО
И.о. зав. кафедрой АИСУ им. Ю.И.
Ерёменко, кандидат технических наук,
доцент


подпись

Д.А. Полещенко

«22» июня 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель дисциплины – формирование у студентов целостного системного представления о нечеткой логике и нечетких системах, методах их синтеза, а также умений и навыков в области разработки нечетких систем	
Задачи дисциплины:	
Научить обучающихся принципам организации нечетких систем;	
Научить обучающихся анализировать и моделировать нечеткие системы;	
Научить обучающихся разрабатывать нечеткие регуляторы.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся:
2.1.1	Математика
2.1.2	Информатика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
2.2.1	Интеллектуальные системы управления
2.2.2	Нейросетевые системы
2.2.3	Производственная практика (эксплуатационная)

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	УК-1-31: задачи, для которых целесообразно применение нечеткой логики
ОПК-6 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	
Знать	ОПК-6-31: схемы нечеткого управления
Владеть	ОПК-6-В1: навыками синтеза нечетких регуляторов
ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	
Знать:	ОПК-14-31: принципы реализации систем нечеткого вывода в средах программирования ОПК-14-32: этапы построения систем нечеткого вывода
Уметь:	ОПК-14-У1: разрабатывать системы нечеткого вывода
ПК-1 Способность: применять методы и средства измерения эксплуатационных характеристик, контроля технического состояния и диагностики средств и систем автоматизации; настройки и обслуживания системного, инструментального и прикладного программного обеспечения данных средств и систем; составлять и оформлять типовую техническую документацию; выполнять работы по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламентному техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем автоматизации, средств и систем специального программного обеспечения; Готовность: участвовать в приемке, внедрении, освоении, испытаниях, ремонте, диагностике средств и систем автоматизации и их технического оснащения; составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт.	
Знать	ПК-1-31: Принципы реализации нечетких логических моделей в пакете прикладных программ
Уметь	ПК-1-У1: применять нечеткую логику в задачах управления

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1 Теория нечетких множеств					
1.1	Основы нечеткой логики. Базовые определения /лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-14-32 ОПК-14-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
	Раздел 2. Система нечеткого вывода Мамдани-Заде.					

2.1	Система нечеткого вывода Мамдани-Заде. Алгоритм работы /лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-14-32 ОПК-14-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
2.2	Разработка системы нечеткого вывода Мамдани-Заде/лр/	3	4	ОПК-6-31 ОПК-6-В1 ОПК-14-У1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
2.3	Разработка системы нечеткого вывода /ср/	3	30	ОПК-6-31 ОПК-6-В1 ОПК-14-У1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
Раздел 3. Системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги						
3.1	Системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги /лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-14-32 ОПК-14-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
3.2	Разработка системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги /лр/	3	4	ОПК-6-31 ОПК-6-В1 ОПК-14-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
3.3	Разработка системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги /ср/	3	30	ОПК-6-31 ОПК-6-В1 ОПК-14-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
Раздел 4. Нечеткие системы управления						
4.1	Схемы управления на основе нечеткой логики /лек/	3	4	УК-1-31 ОПК-14-32 ОПК-14-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
4.2	Настройщики регуляторов на основе нечеткой логики /лек/	3	3	УК-1-31 ОПК-14-32 ОПК-14-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
4.3	Синтез системы управления на основе последовательной схемы /лр/	3	4	ОПК-14-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
4.4	Синтез системы управления на основе схемы с самонастройкой /лр/	3	5	ОПК-14-У1 ПК-1-У1 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2	Текущий контроль: устный опрос
4.5	Построение систем нечеткого управления/ср/	3	41	УК-1-31 ОПК-6-31 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	Текущий контроль: ДЗ

2. Что такое терм, функция принадлежности, степень соответствия, лингвистическая переменная.
3. Кто определяет форму и параметры функций принадлежности.
4. Основные системы нечеткого логического вывода.
5. Этапы построения системы нечеткого логического вывода.
6. Этапы функционирования системы нечеткого логического вывода Мамдани-Заде.
7. Методы дефазификации.
8. Способы активации.

2. Лабораторная работа 2 (ОПК-6-31, ОПК-6-В1, ОПК-14-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1)
Тема: Разработка системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги (по вариантам).

Вопросы для защиты (ОПК-6-31, ПК-1-31):

1. Чем нечеткая логика отличается от четкой.
2. Что такое терм, функция принадлежности, степень соответствия, лингвистическая переменная.
3. Кто определяет форму и параметры функций принадлежности.
4. Основные системы нечеткого логического вывода.
5. Этапы построения системы нечеткого логического вывода.
6. Этапы функционирования системы нечеткого логического вывода Сугено-Такаги.
7. Методы дефазификации.
8. Способы активации.

3. Лабораторная работа 3 (ОПК-14-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1)

Тема: Синтез системы управления на основе последовательной схемы.

Вопросы для защиты (ПК-1-31):

1. Схемы нечеткого управления.
2. Преимущества последовательной схемы. Что является входами и выходами нечеткого регулятора.
3. Этапы построения системы нечеткого логического вывода.
4. Этапы функционирования системы нечеткого логического вывода.
5. Методы дефазификации.

4. Лабораторная работа 4 (ОПК-14-У1, ПК-1-У1, ПК-1-31)

Тема: Синтез системы управления на основе схемы с самонастройкой.

Вопросы для защиты (ПК-1-31):

1. Схемы нечеткого управления.
2. Преимущества схемы с самонастройкой. Что является входами и выходами нечеткого настройщика.
3. Этапы построения системы нечеткого логического вывода.
4. Этапы функционирования системы нечеткого логического вывода.
5. Методы дефазификации.

**Примерный перечень тестовых вопросов и заданий
(текущий контроль успеваемости)**

(УК-1-31, ОПК-6-31, ОПК-6-В1, ОПК-14-31, ОПК-14-32, ОПК-14-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1)

Кто заложил основы теории нечетких множеств?

- a) И. Мамдани
- b) М. Блэк
- c) Л. Заде
- d) Б. Коско
- e) Нет правильного ответа

Функция принадлежности может принимать значения..?

- a) $[0, \infty]$
- b) $[\infty, +\infty]$
- c) $[0, 1]$
- d) Нет правильного ответа

Множество точек, для которых функция принадлежности равно 1, называется?

- a) носителем
- b) ядром
- c) срезом
- d) Нет правильного ответа

Объединение нечетких множеств А и В определяет какая из формул?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e) Нет правильного ответа

В случае ограниченных операций не будут выполняться ..?

- a)
- b)
- c)
- d) Нет правильного ответа

Пусть $\mu_A(u)$, $\mu_B(u)$ – функции принадлежности нечетких множества A и B на универсальном множестве U . Пусть также C – нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu_C(u)$, которое является объединением A и B . Определить значение принадлежности $u \in U$ нечеткому множеству C , если $\mu_A(u)=0,5$ и $\mu_B(u)=0$?

- a) $\mu_C(u) = \max\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 0,5$
- b) $\mu_C(u) = \min\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 0$
- c) $\mu_C(u) = 1 - \min\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 1$
- d) Нет правильного ответа

Пусть $\mu_A(u)$, $\mu_B(u)$ – функции принадлежности нечетких множества A и B на универсальном множестве U . Пусть также C – нечеткое множество с функцией принадлежности $\mu_C(u)$, которое является пересечением A и B . Определить значение принадлежности $u \in U$ нечеткому множеству C , если $\mu_A(u)=0,5$ и $\mu_B(u)=0$?

- a) $\mu_C(u) = \max\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 0,5$
- b) $\mu_C(u) = \min\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 0$
- c) $\mu_C(u) = 1 - \max\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 0,5$
- d) $\mu_C(u) = 1 - \min\{\mu_B(u), \mu_A(u)\} = 1$
- e) Нет правильного ответа

Где применяется теория нечетких множеств?

- *в получении, т.е. измерении расплывчатых (нечетких) ситуациях (точные замеры)
- *в прямом произведении универсальных множеств
- *в использовании традиционных методов выбора и управления применительно к нечетким системам
- *в лингвистических критериях и ограничений, полученных от специалистов-экспертов

В чем заключаются основные этапы типичного алгоритма формирования базы нечетких правил?

- *разбиение пространств входных и выходных переменных
- *формирование начальной базы правил и определение рейтингов
- *увеличение числа рейтингов после подсчета рейтингов правил
- *отсутствие адаптации параметров оставленных в базе правил

Какие операции можно отнести к операциям над нечеткими множествами?

- *включение и равенство
- *функция и ее произведение
- *определение и уравнение
- *объединение и пересечение

Нечетким множеством называется:

- (1) совокупность пар $\{ \langle x, \mu_A(x) \rangle | x \in U \}$
- (2) множество значений функции принадлежности
- (3) множество элементов, чья вероятность обладания данным свойством больше нуля

Композиционное правило вывода утверждает, что:

- (1) из нечетких множеств A и B следует нечеткое множество $C=A \circ B$
- (2) из нечетких множеств A и B следует нечеткое множество $C=A \Rightarrow B$
- (3) из нечетких множеств A и $A \Rightarrow B$ следует нечеткое множество B

Нечеткой инструкцией называется:

- (1) инструкция, содержащая нечеткие понятия
- (2) инструкция, выполняющая нечеткие действия
- (3) неточно определенная инструкция

Метод нечеткого обучающегося автомата заключается в:

- (1) изменении нечеткой матрицы переходов
- (2) настройке множества нечетких состояний автомата
- (3) порождении новых состояний и переходов

Нечеткой целью называется:

- (1) нечеткое множество, определенное на множестве альтернатив
- (2) нечеткое множество, определенное на множестве ограничений
- (3) лингвистическое значение заданной лингвистической переменной

Допустимым выбором игрока называется:

- (1) нечеткое множество, заданное на множестве всех элементов, которые может выбрать данный игрок
- (2) нечеткое множество, заданное на множестве всевозможных альтернатив
- (3) нечеткое множество возможных решений

Нечетким отношением называется...

- (1) композиция нечетких множеств
- (2) декартово произведение нечетких множеств
- (3) подмножество декартова произведения нечетких множеств
- (4) нечеткое подмножество декартова произведения четких множеств

Отношением сходства называется:

- (1) антисимметричное, транзитивное и рефлексивное отношение
- (2) антисимметричное, транзитивное и антирефлексивное отношение
- (3) симметричное и рефлексивное отношение
- (4) антисимметричное и рефлексивное отношение
- (5) симметричное и антитранзитивное отношение

В каком случае двусмысленность принадлежности элемента x к классу объектов A , обладающих данным свойством, и классу объектов A , не обладающих данным свойством, максимальна?

- (1) когда $\mu_A(x)=\mu_{\bar{A}}(x)$

(2) когда $\mu_A(x)=1$ и $\mu_A(x)=0$

(3) когда $\mu_A(x)=0$ и $\mu_A(x)=1$

(4) когда $\mu_A(x) \geq \mu_A(x)$

Какая из шкал измерений используется только для описания принадлежности объектов к определенным классам?

(1) шкала наименований

(2) шкала порядка

(3) шкала отношений

(4) шкала интервалов

(5) шкала разностей

(6) абсолютная шкала

Метод семантических дифференциалов заключается в

(1) сопоставлении каждому объекту n-мерного вектора

(2) покрытии универсального множества конечным числом подмножеств

(3) вычислении нечеткого интеграла

Универсумом нечеткого числа должно быть:

(1) любое числовое множество

(2) множество натуральных чисел

(3) множество действительных чисел

(4) множество, измеримое в абсолютной шкале

Строгим отрицанием называется функция отрицания $\bar{p}(x)$, удовлетворяющая условию:

(1) $[x < y \ \& \ \bar{p}(x) = \bar{p}(y)] \Rightarrow \bar{p}(x), \bar{p}(y) \in \{0, 1\}$

(2) $\bar{p}(\bar{p}(x)) = x$

(3) $\bar{p}(\bar{p}(x)) \leq x$

(4) $x \leq \bar{p}(\bar{p}(x))$

(5) $x < y \Rightarrow \bar{p}(y) < \bar{p}(x)$

Что является множеством значений лингвистической переменной?

(1) множество нечетких переменных

(2) множество слов естественного языка

(3) терм-множество

(4) множество функций принадлежности

Какие свойства не выполняются для максиминных операций?

(1) ассоциативности

(2) дистрибутивности

(3) идемпотентности

(4) исключения третьего

(5) противоречия

Какая из следующих формул выражает оператор импликации Лукашевича?

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu_A(x) \leq \mu_B(y); \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

(1)

(2) $\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \max\{1 - \mu_A(x), \mu_B(y)\}$

(3) $\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \min\{1, 1 - \mu_A(x) + \mu_B(y)\}$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu_A(x) \leq \mu_B(y); \\ \frac{\mu_B(y)}{\mu_A(x)}, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

(4)

(5) $\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = 1 - \mu_A(x) + \mu_A(x) \mu_B(y)$

(6) $\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\}$

(7) $\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \mu_A(x) \mu_B(y)$

Алгебраическая система $W_n\{\mathcal{R}^+, +, \cdot, \leq\}$ определяет:

(1) максимальную машину

(2) взвешенную машину

(3) минимаксную машину

(4) максимально взвешенную машину

(5) недетерминированную машину

В методе обучения на основе нечеткой меры определенная на множестве причин нечеткая мера интерпретируется как:

(1) степень того, что данный элемент является причиной искомого нечеткого множества результатов

(2) степень того, что данное нечеткое множество причин порождает искомое множество результатов

(3) степень того, что данный результат вытекает из некоторого множества причин

Пусть S - множество нечетких ограничений. Тогда функция $\mu_S(x)$ задает:

(1) функцию предпочтительности, используемую в процессе принятия решения

(2) функцию принадлежности для множества решений

(3) функцию принадлежности для множества ограничений

Если игроку 1 известен конкретный выбор y^* игрока 2, то его решением является:

(1) стратегия, максимизирующая функцию решения

- (2) функция решения с параметром y^*
 (3) функция цели с параметром y^*
 Какая из следующих формул определяет композицию нечетких отношений?
 (1) $\forall x \in X \forall y \in Y R \subseteq S \Leftrightarrow R(x,y) \leq S(x,y)$
 (2) $R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T, R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T$

$$R \circ S(x, y) = \bigvee_{y \in Y} (R(x, y) \wedge S(y, z))$$

- (3) $\forall x \in X \forall z \in Z$
 (4) $\forall x, y, z \in X R(x, z) \geq R(x, y) \wedge R(y, z)$

Какое отношение является двойственным к отношению сходства?

- (1) отношение различия
 (2) отношение порядка
 (3) отношение эквивалентности

Какие из следующих характеристик могут интерпретировать показатель размытости, заданный с помощью метрики?

- (1) расстояние до ближайшего четкого множества
 (2) расстояние до максимально размытого множества
 (3) расстояние до дополнения данного множества

В какой шкале измерений присутствует точка отсчета и масштаб?

- (1) в шкале наименований
 (2) в шкале порядка
 (3) в шкале отношений
 (4) в шкале интервалов
 (5) в шкале разностей
 (6) в абсолютной шкале

В рассмотренном на лекции косвенном методе одного эксперта рангом элемента называется

- (1) число, характеризующее значимость данного элемента в формировании описываемого свойства
 (2) степень принадлежности данного элемента формируемому нечеткому множеству
 (3) относительная оценка данного элемента

Нечеткое число называется унимодальным, если:

- (1) его высота равна единице
 (2) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу равна единице
 (3) существует единственная точка, степень принадлежности которой данному нечеткому числу больше, чем степень принадлежности всех остальных точек

Элемент x называется иволютивным, если:

- (1) $n(n(x))=x$
 (2) $n(n(x)) > x$
 (3) $n(n(x)) < x$

Какие из перечисленных ниже термов являются атомарными термами лингвистической переменной "ТЕМПЕРАТУРА"?

- (1) "холодная"
 (2) "очень холодная"
 (3) "ни холодная, ни горячая"

Что называется носителем нечеткого множества?

- (1) универсальное множество, на котором рассматривается данное нечеткое множество
 (2) четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности строго больше нуля
 (3) четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности равна единице

Как называется система нечетких правил типа A_1 и/или A_2 и/или ... и/или A_m , то B_1 и/или ... и/или B_n ?

- (1) нечеткой базой данных
 (2) нечеткой экспертной системой
 (3) формализацией процесса нечеткого вывода

Адаптивный нечеткий логический регулятор состоит из:

- (1) нечеткого логического регулятора управляющего процесса
 (2) нечеткого логического регулятора управления
 (3) управляемого процесса
 (4) вычислителя детерминированного управляющего воздействия

Стандартная задача нечеткого математического программирования заключается в:

- (1) максимизации заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив
 (2) минимизации заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив

Какие из следующих свойств отображают свойства рефлексивности?

- (1) $\forall x \in X R(x, x) = I$
 (2) $\forall x, y \in X 0 < R(x, y)$
 (3) $\forall x, y \in X R(x, y) \vee R(y, x) = I$
 (4) $\forall x \in X R(x, x) = 0$
 (5) $\forall x, y \in X R(x, y) < I$
 (6) $\forall x, y \in X R(x, y) \vee R(y, x) > 0$
 (7) $\forall x, y, z \in X R(x, z) \geq R(x, y) \wedge R(y, z)$
 (8) $\forall x, y \in X (x \neq y) R(x, y) \wedge R(y, x) = 0$
 (9) $\forall x, y \in X R(x, x) \leq R(x, y)$
 (10) $\forall x, y \in X R(x, y) \wedge R(y, x) = 0$
 (11) $\forall x, y \in X R(x, y) = R(y, x)$

(12) $\forall x, y \in X R(x, y) \leq R(x, x)$

Ультраметрикой называется:

- (1) отношение различия, удовлетворяющее условию, двойственному к условию ($\wedge$)-транзитивности
- (2) отношение различия, удовлетворяющее условию, двойственному к условию (Δ)-транзитивности
- (3) отношение различия, удовлетворяющее условию, двойственному к условию ($\cdot$)-транзитивности
- (4) отношение порядка, удовлетворяющее условию ультраметрической транзитивности

Пусть $U = \{a, b, c, d\}$, $A = \{ \langle a; 0,5 \rangle, \langle b; 0,7 \rangle, \langle c; 0,2 \rangle, \langle d; 1 \rangle \}$. Тогда число $\approx 0,62$ характеризует показатель размытости, интерпретирующий:

- (1) расстояние Хэмминга до ближайшего четкого множества
- (2) Евклидово расстояние до ближайшего четкого множества
- (3) расстояние Хэмминга до дополнения данного множества

При каком методе проведения групповой экспертизы эксперт работает в присутствии организатора экспертизы?

- (1) очном
- (2) заочном
- (3) коллективном
- (4) индивидуальном
- (5) с обратной связью
- (6) без обратной связи

Прямой метод построения функции принадлежности для группы экспертов состоит в том, что:

- (1) эксперты оценивают в процентах в данном объекте проявление каждого свойства из данного перечня
- (2) эксперты "голосуют" за принадлежность объекта одному из перечисленных классов объектов
- (3) каждый эксперт проводит парные оценки всех изучаемых объектов

Нечеткое число называется числом L-R-типа, если

- (1) его функция принадлежности задается с помощью пары монотонно невозрастающих функций
- (2) его функция принадлежности задается с помощью пары монотонно убывающих функций
- (3) его функция принадлежности является монотонной и выпуклой

Отрицание называется сжимающим в точке x , если:

- (1) $x \wedge n(x) \leq n(n(x)) \leq x \vee n(x)$
- (2) $x \vee n(x) \leq n(n(x)) \leq x \wedge n(x)$
- (3) $n(x) \wedge n(n(x)) \leq x \leq n(x) \vee n(n(x))$
- (4) $n(x) \vee n(n(x)) \leq x \leq n(x) \wedge n(n(x))$

Лингвистической переменной истинности называется:

- (1) булева лингвистическая переменная с одним атомарным термом
- (2) булева лингвистическая переменная с двумя атомарными термами
- (3) структурированная лингвистическая переменная с одним атомарным термом
- (4) структурированная лингвистическая переменная с двумя атомарными термами

Что такое L-нечеткое множество?

- (1) нечеткое множество, определенное на множестве слов естественного языка
- (2) нечеткое множество, функция принадлежности которого принимает свои значения в дистрибутивной решетке
- (3) нечеткое множество, функция принадлежности которого принимает свои значения на линейно-упорядоченном множестве
- (4) нечеткое множество, определенное на множестве действительных чисел

Этап фазификации заключается в:

- (1) определении степени уверенности, что значения входных лингвистических переменных принимают данные конкретные значения
- (2) по четким входным значениям строятся нечеткие входные значения
- (3) построении нечетких значений входной лингвистической переменной

Нечеткий выбор инструкции заключается в:

- (1) выборе инструкции со степенью, пропорциональной степени предыдущей инструкции
- (2) выборе инструкции с наивысшей степенью
- (3) выборе первой инструкции с ненулевой степенью

Что является входным множеством в алгоритме формирования нечеткого отношения предпочтения?

- (1) множество n -мерных альтернатив
- (2) конечное множество признаков сравнения
- (3) эталонный набор нечетких оценок

Задача нечеткого линейного программирования отличается от задачи четкого линейного программирования тем, что:

- (1) все коэффициенты являются нечеткими числами
- (2) множество альтернатив определено нечетко
- (3) множества целей и ограничений являются нечеткими

В многошаговых процессах принятия решения нечеткие ограничения накладываются:

- (1) в нулевой момент времени
- (2) в каждый момент времени
- (3) на последнем шаге вычисления

Свойство $R \cup R^{-1} = U$ является свойством:

- (1) рефлексивности
- (2) антирефлексивности
- (3) симметричности
- (4) антисимметричности
- (5) транзитивности
- (6) линейности

Какое из нижеперечисленных свойств транзитивности является свойством ацикличности? (1) $\forall x,y,z P(x,y)>0, P(y,z)>0 \Rightarrow P(x,z)>0$ (2) $\forall x,y,z P(x,y)\geq 0, P(y,z)\geq 0 \Rightarrow P(x,z)\geq 0$ (3) $\forall x,y,z P(x,y)>0, P(y,z)>0 \Rightarrow P(x,z)\geq P(x,y) \cdot P(y,z)$ (4) $\forall x_0, x_1, \dots, x_n P(x_0, x_1)>0, P(x_1, x_2)>0, \dots, P(x_{n-1}, x_n)>0 \Rightarrow P(x_0, x_n)\geq 0$ (5) $\forall x,y,z P(x,y)\geq 0, P(y,z)\geq 0 \Rightarrow P(x,z)\geq P(x,y) \vee P(y,z)$ (6) $\forall x,y,z P(x,y)>0, P(y,z)>0 \Rightarrow P(x,z)>P(x,y) \vee P(y,z)$ (7) $\forall x,y,z P(x,y)>0, P(y,z)>0 \Rightarrow P(x,z)\geq P(x,y) \wedge P(y,z)$ (8) $\forall x,y,z P(x,y)\geq 0, P(y,z)\geq 0 \Rightarrow P(x,z)=P(x,y) \vee P(y,z)$ (9) $\forall x,y,z P(x,y)\geq 0, P(y,z)\geq 0 \Rightarrow P(x,y)+P(y,z)\geq P(x,z)\geq P(x,y) \vee P(y,z)$ Мера g называется супераддитивной, если: (1) $g(A \cup B) > g(A) + g(B)$ (2) $g(A \cup B) < g(A) + g(B)$ (3) $g(A \cup B) = g(A) + g(B)$ Метод экспертизы с обратной связью используется, когда: (1) возможны большие затраты времени (2) необходимо значительно уменьшить время поиска решения (3) имеет место хорошая информированность экспертов (4) имеется большая степень неуверенности (5) необходимо анонимное анкетирование Как работают эксперты в косвенном методе Шера построения функции принадлежности для группы экспертов? (1) дают интервальные оценки для каждого исследуемого признака (2) делают парные сравнения всех исследуемых признаков (3) дают процентные оценки для каждого исследуемого признака (4) выделяют из универсального множества четкие подмножества, по их мнению соответствующие данным понятиям Какими из следующих свойств обладает арифметика нечетких чисел Заде? (1) коммутативность (2) ассоциативность (3) дистрибутивность (4) существование обратного элемента	5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена Экзаменационный билет включает в себя фундаментальный теоретический вопрос и прикладной теоретический вопрос из установленного перечня контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене по темам, изложенным в разделах данной РПД, а также практическое задание из установленного перечня контрольных заданий, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене по темам, изложенным в разделах данной РПД. Билеты в бумажном виде хранятся на кафедре АИСУ и утверждены ее заведующим (или заместителем зав. кафедрой). Пример экзаменационного билета: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.А.Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» Кафедра «Автоматизированных и информационных систем управления им. Ю.И. Ерёмченко» 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств Профиль – Автоматизация технологических процессов и производств (горно-металлургическое производство) Дисциплина «Нечеткая логика» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 - Отличие нечеткой логики от четкой. - Этапы построения системы нечеткого вывода. - Синтезировать нечеткий регулятор для модели объекта – $W = 4/(2s+4)$. Добиться качества управления: время регулирования – 6 секунд, перерегулирование – 5%. Экзаменатор _____ Ю.А. Цыганков Утверждено на заседании кафедры АИСУ им. Ю.И. Ерёмченко Протоколом № ____ от ____ 2026 г. И.о. зав. кафедрой АИСУ им. Ю.И. Ерёмченко _____ Д.А. Полешенко
--	---

5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине

№ п/п	Вид оценочного средства	Критерий	Оценка
1.	Тестирование по темам изучаемых разделов дисциплины	<i>от 86% правильных ответов/ 86 – 100 баллов</i>	«Отлично»
		<i>до 85% правильных ответов/ 66 – 85 баллов</i>	«Хорошо»
		<i>до 65% правильных ответов/ 51 – 65 баллов</i>	«Удовлетворительно»
		<i>до 50% правильных ответов/ 0 – 50 баллов</i>	«Неудовлетворительно»
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	Обучающийся самостоятельно выполняет полное и аргументированное решение индивидуальных заданий, не допустив ошибок. При защите заданий отвечает развернуто и исчерпывающе на все вопросы.	«Отлично»
		Обучающийся практически самостоятельно выполняет полное решение заданий, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает незначительные неточности.	«Хорошо»
		Обучающийся в целом правильно решает задание, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает значительные неточности. Обучающийся правильно понимает способ решения заданий, но допускает ошибки при их решении. Задание выполнено частично. При защите заданий допускает значительные неточности.	«Удовлетворительно»
		Обучающийся не может решить задание.	«Неудовлетворительно»
3.	Выполнение и защита домашнего задания	Обучающийся самостоятельно выполняет полное и аргументированное решение индивидуальных заданий, не допустив ошибок. При защите заданий отвечает развернуто и исчерпывающе на все вопросы.	«Отлично»
		Обучающийся практически самостоятельно выполняет полное решение заданий, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает незначительные неточности.	«Хорошо»
		Обучающийся в целом правильно решает задание, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает значительные неточности. Обучающийся правильно понимает способ решения заданий, но допускает ошибки при их решении. Задание выполнено частично. При защите заданий допускает значительные неточности.	«Удовлетворительно»
		Обучающийся не может решить задание.	«Неудовлетворительно»
4.	Экзамен	Компетенции УК-1, ОПК-6, ОПК-14, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами; - способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; - аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.	«Отлично»

		Компетенции УК-1, ОПК-6, ОПК-14, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины; - твердые знания теоретического материала; - умение дать четкие ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий.	«Хорошо»	
		Компетенции УК-1, ОПК-6, ОПК-14, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала по изученной дисциплине; - неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неточные ответы на дополнительные вопросы; - умение выполнять практические задания без грубых ошибок; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины.	«Удовлетворительно»	
		Компетенции УК-1, ОПК-6, ОПК-14, ПК-1 не сформированы. Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий; - незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.	«Неудовлетворительно»	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Еременко Ю.И.	Интеллектуальные системы принятия решений и управления	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол : ООО Оскольская типография, 2010
Л 1.2	Глухих И.Н.	Интеллектуальные информационные системы	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М. : Издательский центр "Академия", 2010
Л 1.3	Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев	Интеллектуальные информационные системы и технологии : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277713	Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Еременко М.В. Бобырь, В.С. Титов, С.Г. Емельянов	Теоретические основы построения автоматизированных систем управления технологическим и процессами на основе нечеткой логики	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол : "ТНТ", 2011
Л 2.2	В.И.Гостев	Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	СПб. : БВХ-Петербург, 2011
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
-	-	-	-	
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_%28курс_лекций%2C_К.В.Воронцов%29			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П. 1	Microsoft Windows			
П. 2	Microsoft office			
П. 3	7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)			
П. 4	Kaspersky Endpoint Security			
П. 5	PTC Mathcad Express (свободно распространяемое программное обеспечение)			
П. 6	Matlab			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И. 1	- LMS Moodle https://open.misis.ru/			
И. 2	- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/			
И. 3	- Федеральный портал «Российское образование»: http://edu.ru			
И. 4	- Открытое образование: http://openedu.ru			
И. 5	- Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru			
И. 6	- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru			
И. 7	- Электронная библиотека НИТУ «МИСИС»: http://elibrary.misis.ru			
И. 8	- Университетская информационная система РОССИЯ: https://uisrussia.msu.ru/			
И. 9	- Электронная библиотека РГБ: диссертации: http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/			
И. 10	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И. 11	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			
И. 12	- наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
416	Лаборатория искусственного интеллекта	• персональный компьютер - 9 шт.; • экран; • мультимедиа проектор; • комплект учебной мебели на 25 посадочных мест;
306	Кабинет для самостоятельной работы	• проектор; • доска; • экран настенный;

		• компьютер – 6 шт.; • комплект учебной мебели на 20 человек.
--	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины "Нечеткая логика" в 3 семестре обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Отчеты по лабораторным работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
3. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
4. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций характеризуются определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформированы оценочные средства.

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме:

- лабораторные работы (4).
- домашнее задание (1).

По результатам выполнения лабораторных работ и домашнего задания обучающиеся оформляют отчеты (по ГОСТ 7.32–2017 Отчет о научно-исследовательской работе).

Структурными элементами отчетов являются:

- титульный лист;
- содержание (по желанию);
- номер варианта, формулировку задания и исходные данные;
- необходимые схемы (исходные и промежуточные);
- расчётные формулы и полученные численные результаты;
- выводы по проделанной работе;
- необходимые для расчётов справочные данные (при необходимости);
- список использованных источников (при необходимости);
- приложения (при необходимости).

Промежуточная аттестация

Учебным планом ОПОП ВО по дисциплине предусматривается промежуточная аттестация в форме экзамена в 3 семестре. Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации оцениваются по четырех балльной системе.

Система оценивания результатов освоения дисциплины

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ «МИСиС» П 239.09- 18, выпуск 2».