



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

**ИНСТИТУТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА»**

**Направление подготовки:** 09.03.04 Программная инженерия

**Направленность (профиль):** Проектирование и разработка программного обеспечения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: Котонаева Н.Г. Рабочая программа дисциплины: Нечеткая логика. – Королев МО: «Технологический Университет», 2023г.**

Рецензент: д.э.н. проф. Мищенко А.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 09.03.04 «Программная инженерия» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В. к.т.н., доцент 			
Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№8 от 15.03.2023			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  О.М. Баранова, к.т.н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных профессиональных задач;
3. формирование готовности применять методы нечеткой логики в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

- (УК-1) Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- (УК-2) Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Основными задачами** дисциплины являются:

1. Дать студентам базовые знания по нечеткой логике.
2. Научить студентов решать типовые задачи дисциплины.
3. Познакомить студентов с примерами математического моделирования и анализа в области их профессиональной деятельности.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Необходимые знания:**

- Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
- Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте
- Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели
- проекта;
- Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает способ решения поставленных задач

### **Необходимые умения:**

- Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
- Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения;
- В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы;

### **Трудовые действия:**

- Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
- При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата
- Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Нечеткая логика» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки по направлению подготовки бакалавриата 09.03.04 «Программная инженерия».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в рамках ранее изученных дисциплин «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Алгебра логики и дискретный анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» и компетенциях УК-1, УК-2, ОПК-1.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр пятый	Семестр	Семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>		<b>108</b>		
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>		<b>48</b>		
Лекции (Л)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практическая подготовка	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>		<b>60</b>		
Курсовые работы (проекты)	-		-		
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Текущий контроль знаний	Тест		Тест		
Вид итогового контроля	экзамен		экзамен		

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка	Код компетенций
Тема 1. Нечеткие множества и нечеткие соответствия.	8	16	6	-	УК-1,2
Тема 2. Нечеткая логика и нечеткие числа.	8	16	6	-	УК-1,2
<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	-	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

**Тема 1. Нечеткие множества и нечеткие соответствия.** Особенности лингвистического подхода к моделированию экономических систем. Понятие принадлежности. Понятие нечеткого подмножества. Функция принадлежности нечеткого подмножества и ее вид. Свойства множества нечётких подмножеств.

Нечёткое включение и нечёткое равенство множеств. Теоретико-множественные операции над нечеткими множествами: объединение, пересечение, дополнение, разность. Основные свойства операций. Нечеткое покрытие и нечеткое разбиение множеств. Произведение и сумма нечётких множеств.

Понятие нечеткого соответствия. Способы задания нечетких соответствий. Образ и прообраз множества при нечетком соответствии. Инверсия и композиция нечетких соответствий. Основные свойства нечетких соответствий. Инъективное, сюръективное, биективное соответствия. Мономорфизмы, изоморфизмы, гомоморфизмы на нечётких отображениях. Примеры.

**Тема 2. Нечеткая логика и нечеткие числа.** Понятие нечеткого бинарного отношения. Способы задания нечетких отношений. Нечеткие графы. Операции над нечеткими отношениями: объединение, пересечение, дополнение, инверсия, композиция. Свойства операций. Морфизмы нечетких отношений. Свойства нечетких бинарных отношений. Отношение нечеткой эквивалентности. Отношение нечеткой толерантности. Отношение нечеткого порядка.

Нечёткая переменная и лингвистическая переменная. Базовое множество и значения лингвистической переменной. Понятие нечеткого высказывания. Простые и составные нечеткие высказывания. Операции над нечеткими высказываниями: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация,

эквивалентность. Нечеткие логические формулы и их свойства. Нечеткие предикаты и кванторы.

Основные понятия нечётких чисел. Нечёткое число (L-R) – типа. Нечёткое трапециевидное и нечёткое треугольное числа. Основные операции с нечеткими числами. Проблема и способы сравнения нечётких чисел.

Нечёткие инструкции и нечёткие алгоритмы. Нечёткие алгоритмы определения, нечёткие алгоритмы порождения, нечёткие алгоритмы принятия решения. Применение нечётких чисел и лингвистическая переменных в построении суждений экспертов. Составное правило вывода. Максимальная композиция нечетких отношений. Способы представления нечёткой импликации: по Заде, по Лукасевичу. Применение нечетких множеств в сферах экономики и управления финансами.

## **5.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

«Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины»

## **6.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Нечеткая логика» приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

## **7.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Седых И.А. Нечеткие задачи в математическом моделировании [электронный ресурс]: метод. указ. к самостоятельной работе / И. А. Седых, И.А. Седых, В.А. Скопин - Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2013. - 23с.

URL: <http://rucont.ru/efd/233232>

2.Лаврикова И.Н. Логика: учимся решать / И. Н. Лаврикова; И.Н. Лаврикова. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 207 с. - (Рейтинг успеха). - ISBN 978-5-238-02129-4.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115412>

### **Дополнительная литература:**

1. Белозерова Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие: [16+] / Г.И. Белозерова, Д.М. Скуднев, З.А. Кононова; Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Ч. 1. – 65 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909>

2. Филимонов А. Б. Основы нечеткой логики: учебное пособие / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2019. — 88 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/171457>

3. Киселев В. Ю. Теория нечётных множеств и нечетная логика. Задачи и упражнения: учебное пособие / В. Ю. Киселев, Т. Ф. Калугина. — Иваново: ИГЭУ, 2019. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154561>

## **8.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/>- электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

## **9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

## **10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice, Octave Modelio.*

**Информационные справочные системы:** *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*

## **11.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран); доской для письма мелом или фломастерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов.

### **Практические занятия:**

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук), демонстрационными материалами (наглядными пособиями); доской для письма мелом или фломастерами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочее место студента, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА »**

**Направление подготовки:** 09.03.04 Программная инженерия

**Профиль:** Проектирование и разработка программного обеспечения

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Тема 1-2.	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте	Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата
2.	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Тема 1-2.	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта; 17 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает способ решения поставленных задач	Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения; В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Шкала и критерии оценки
УК-1 УК-2	Контрольная работа	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в форме письменной работы</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 60 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1.Соответствие ответа заявленной тематике (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
УК-1 УК-2	Реферат	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл).</p> <p>2.Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</p> <p>3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</p> <p>4.Качество самой представленной работы (1 балл).</p> <p>5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**4.**

**3.1. Примерная тематика контрольной работы:**

**1.** Пусть  $U = \{\text{понедельник, вторник, среда, четверг, пятница, суббота, воскресенье}\}$ . Выступая в роли эксперта, запишите в форме  $A = \sum_{i=1}^n \mu(u(A_i)) / u_i$ ,  $i=1, u_i \in U$ ) следующие нечеткие множества:

A – начало недели,

B – середина недели,

C – конец недели,

D – не начало, но и не конец недели.

Есть ли среди определенных вами функций принадлежности унимодальные?

**2.** Пусть  $U = \{0, 1, 2, \dots, 120\}$  – возможный возраст человека. Выступая в роли эксперта, постройте графики функций принадлежности следующих нечетких множеств с помощью метода парных сравнений:

A – молодой,

B – старый,

C – очень молодой,

D – не старый.

Запишите эти множества в стандартной форме.

**3.** Решить задачу 2 с помощью метода статистической обработки экспертной информации, в качестве экспертов использовать своих одноклассников.

**4.** Пусть  $U$  – множество дисциплин, изучаемых в текущем семестре. Присвойте номер каждой дисциплине и, выступая в роли эксперта, запишите нечеткие множества:

A – мне нравится эта дисциплина

B – я не понимаю эту дисциплину

C – мне не нравится эта дисциплина

D – Я хотел бы изучать эту дисциплину глубже

Представьте разложения каждого из нечетких множеств по множествам уровня.

**5.**  $U$  – множество неотрицательных действительных чисел. Заданы функции принадлежности нечетких множеств:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq x \leq 5; \\ 0, & \text{если } x > 5; \end{cases}$$

Построить график функции принадлежности. Записать разложение по множествам уровня.

**6.** Пусть  $U$  – цены автомобилей,  $4 \leq u \leq 5000$  (усл.ед.). Выступая в роли эксперта, постройте графики функций принадлежности следующих нечетких множеств:

A – цены автомобилей для среднего класса

B – цены автомобилей для богатых людей

C – цены автомобилей для небогатых людей

Для каждой кривой найдите подходящую формулу и запишите функции принадлежности аналитически. Запишите разложение по множествам уровня каждого из нечетких множеств. Запишите приближенное дискретное разложение, разбив отрезок  $[0;1]$  на десять равных частей.

### 3.2 Примерная тематика рефератов:

1. Биологические предпосылки возникновения искусственных нейронных сетей.
2. Структура человеческого мозга. Организация памяти в коре человеческого мозга.
3. Ритмы колебаний больших нейронных ансамблей. Биологически правдоподобные модели нейронов.
4. Модели визуального восприятия.
5. Типы функций активации нейронов. Представление нейронных сетей с помощью направленных графов.
6. Обучение, основанное на коррекции ошибок.
7. Обучение на основе памяти.
8. Обучение Хебба. Математические модели предложенного Хеббом механизма модификации синаптической связи.
9. Конкурентное обучение. Обучение Больцмана. Обучение с учителем. Обучение с подкреплением. Обучение без учителя.
10. Однослойный перцептрон. Обучение перцептрона. Взаимосвязь перцептрона и байесовского классификатора. Многослойный перцептрон.
11. Алгоритм обратного распространения ошибки. Извлечение признаков.
12. Теорема Ковера о разделимости множеств.
13. Разделяющая способность поверхности.
14. Решение задачи регуляризации.
15. Многомерные функции Гаусса.
16. Обобщенные сети на основе радиальных базисных функций.
17. Свойства аппроксимации сетей RBF. Сравнение сетей RBF и многослойных перцептронов."
18. Модели отображения признаков. Карты самоорганизации.
19. Процессы конкуренции, кооперации и адаптации.
20. Варианты самоорганизующихся карт.
21. Адаптивные тензорные веса.
22. Самоорганизующиеся карты для символьных строк.
23. Самоорганизующиеся карты с эволюционным обучением.
24. Пакеты программ, реализующие самоорганизующиеся карты.
25. Нечеткие множества. Операции над нечеткими множествами. Функция принадлежности.
26. Нечеткие и лингвистические переменные.
27. Нечеткие алгоритмы и выводы. Формирование базы правил.
28. Фаззификация верменных рядов.
29. Нейронечеткие системы.
30. Основные понятия генетических алгоритмов. Генетические операторы.
31. Примеры использования генетических алгоритмов в задачах экономики.

32. Генетические алгоритмы в искусственных нейронных сетях
33. Многозначные логики
34. Новые исследования в области теории нечеткой логики
35. Применение алгоритмов нечеткой логики
36. Современное состояние исследований в области автоматизации рассуждений

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Нечеткая логика» являются две текущие аттестации в форме тестов и итоговая аттестация в форме экзамена.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
7-8 15-16	Тестирование 1, 2	УК-1 УК-2	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 50 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
в соответствии с КУГ	Экзамен	УК-1 УК-2	3 вопроса	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: « <b>Отлично</b> »: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; •ответ на вопросы билета. « <b>Хорошо</b> »: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на

						<p>практических занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>•ответы на вопросы билета</li> <li>•неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях;</p> <p><b>Неудовлетворительно»:</b> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	--	--	--	--

#### 4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

**1. Функция принадлежности нечеткого множества отличается от характеристической функции обычного множества тем, что принимает ...**

- + любые значения из диапазона [0..1]
- значения, равные только 0 или 0.5 или 1
- любые значения из диапазона [0..10]
- значения, равные только 0 или 1

**2. Множество, не содержащее элементов, называется:**

- универсальным
- подмножеством
- нечетким

+ пустым

**3. Для представления нечетких множеств НЕ используются:**

- таблицы
- графики функций принадлежности
- + диаграммы Венна
- гистограммы

**4. Для представления нечетких множеств используются:**

- графики характеристических функций
- +графики функций принадлежности
- +гистограммы
- диаграммы Венна
- +таблицы

**5. Нечеткое множество F называется ..., если.**

- + пустым
- нормальным
- субнормальным
- элементарным

**6. Кто заложил основы теории нечетких множеств?**

- И. Мамдани
- М. Блэк
- Л. Заде
- Б. Коско

нет правильного ответа

**7. Какие значения может принимать функция принадлежности?**

- $[0, \infty]$
- $[-\infty, +\infty]$
- $[0, 1]$

нет правильного ответа

**8. Множество точек, для которых значение функция принадлежности равно 1, называется:**

- носителем
- ядром
- срезом

нет правильного ответа

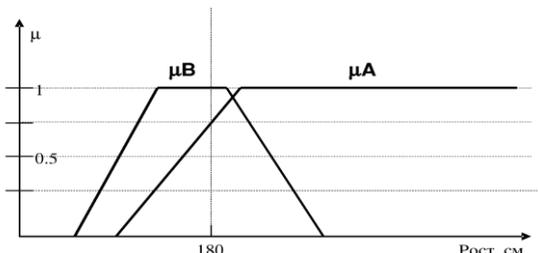
**9. Какая формула определяет объединение нечетких множеств A и B?**

- $\min\{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\}$
- $\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$
- $\max\{0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1\}$
- $\max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$

нет правильного ответа

**10. В случае ограниченных операций не будут выполняться:**

$$A \cap \bar{A} \neq 0, A \cup \bar{A} \neq U$$



$$A \cup A \neq A, A \cap A \neq A$$

$$A \cup (B \cap C) \neq (A \cap B) \cup (A \cap C), A \cap (B \cup C) \neq (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

нет правильного ответа

**11. На рисунке показаны графики функции принадлежности нечетких множеств  $\mu_A$  – «Высокий рост» и  $\mu_B$  – «Средний рост». Определить степень принадлежности человека ростом 180 см к первому ( $\mu_A/180$ ) и второму ( $\mu_B/180$ ) множествам:**

$$\mu_A/180 = \mu_B/180 = \min \{0.75; 1\}$$

$$\mu_A/180 = \mu_B/180 = \max \{0.75; 1\}$$

$$\mu_A/180 = \mu_B/180 = 0.5 * (\mu_A/180 + \mu_B/180) = 0.875$$

$$\mu_A/180 = 0.75, \mu_B/180 = 1$$

нет правильного ответа

**12. Пусть  $\mu_A(u)$ ,  $\mu_B(u)$  – функции принадлежности нечетких множества А и В на универсальном множестве U. Пусть также С – нечеткое множество с функцией принадлежности  $\mu_C(u)$ , которое является объединением А и В. Определить значение принадлежности  $u \in U$  нечеткому множеству С, 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

**13. Пусть  $\mu_A(u)$ ,  $\mu_B(u)$  – функции принадлежности нечетких множества А и В на универсальном множестве U. Пусть также С – нечеткое множество с функцией принадлежности  $\mu_C(u)$ , которое является пересечением А и В. Определить значение принадлежности  $u \in U$  нечеткому множеству С, 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

**14. Согласно правилам формирования отношений на основе модели «сущность–связь», необходимо сформировать три отношения, если:**

a) степень бинарной связи между сущностями 1:М и класс принадлежности многосвязной сущности обязательный

б) степень бинарной связи между сущностями М:М и класс принадлежности обеих сущностей обязательный

в) степень бинарной связи между сущностями 1:1 и класс принадлежности обеих сущностей обязательный

г) степень бинарной связи между сущностями 1:1 и класс принадлежности одной сущности обязательный, а второй – необязательный

**15. Согласно правилам формирования отношений на основе модели «сущность–связь», если степень бинарной связи между сущностями 1:М и класс принадлежности многосвязной сущности необязательный, то необходимо формирование:**

- а) одного отношения
- б) двух отношений
- в) трех отношений
- г) четырех отношений

**16. Стандарт UML включает следующие структурные модели:**

- а) диаграммы последовательности
- б) диаграммы классов
- в) диаграммы взаимодействия
- г) диаграммы состояний

**17. Согласно стандарту UML, в диаграммах вариантов использования действующим лицом не может быть:**

- а) пользователь системы
- б) другая система, взаимодействующая с данной
- в) пространство
- г) время

**18. Отношение находится во второй нормальной форме, если:**

- а) каждый не ключевой атрибут не транзитивно зависит от первичного ключа
- б) все не ключевые атрибуты отношения взаимно-независимы и полностью зависят от первичного ключа
- в) каждый не ключевой атрибут функционально полно зависит от первичного ключа
- г) имеются не ключевые атрибуты, которые зависят от части составного ключа

**19. Какая методика не применяется для преодоления нечёткости в виде ненадёжности знаний?**

1. Метод выводов на основе теории Демпстера-Шафера
2. Логика Нильсона
3. Булева алгебра
4. Субъективный байесовский подход

**20. Что называют нечётким множеством?**

1. Множество, для элементов которого указывается, в какой степени этот элемент удовлетворяет определяющим множеством правилам
2. Если правила, определяющие множество, являются нечёткими
3. Если множество нельзя определить с помощью правил, а можно задать только в описательной форме
4. Если невозможно определить, к какому элементу множеству применимо выбранное правило

**21. Из приведенных примеров выберите нечёткое множество**

1. Числа от пяти до пятнадцати
2. Пожилые люди
3. Пятибуквенные слова
4. Шестилетние дети

**22. Что означает гипотеза монотонности логики?**

1. Выводы должны делаться последовательно, правила добавляются по одному
2. Все выводы в системе либо ложные, либо верные

3. Если некий вывод был сделан на основании имеющихся правил, то он не изменится, если добавить новое правило

4. Если правило устранить из системы, то выводы не изменяться

**23. В каких прикладных задачах чаще всего возникает многозначность интерпретации результатов?**

1. Машинное реферирование
2. Распознавание образов
3. Построение семантических сетей
4. Разработка экспертных систем

**24. Как называется базовый набор терминов, используемый для описания терминов предметной области?**

1. Словарь
2. Тезаурус
3. Макрос
4. Буквица

**25. Чтобы обрабатывать нечеткую логику в продукционных системах используют?**

1. Коэффициент однозначности
2. Коэффициент двузначности
3. Коэффициент уверенности
4. Коэффициент доверия

**26. Какое направление систем искусственного интеллекта занимается решением нечётких и сложных задач?**

1. Нейронные сети
2. Моделирование рассуждений
3. Системы обработка естественного языка
4. Системы информационного поиска

#### **4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен**

1. Нечеткие множества.
2. Функция принадлежности.
3. Лингвистические переменные.
4. Методы дефазификации нечетких множеств.
5. Нечеткая база знаний.
6. Нечеткий логический вывод.
7. Высота нечеткого множества.
8. Ядро нечеткого множества.
9. Альфа-сечение нечеткого множества.
10. Выпуклые нечеткие множества.
11. Равенство нечетких множеств.
12. Дополнение, пересечение, объединение нечетких множеств.
13. Обобщенные определения операций: t-норма.

14. Обобщенные определения операций: s-норма.
15. Нечеткие числа.
16. Алгоритм компьютерно-ориентированной реализации принципа нечеткого обобщения.
17. Принцип обобщения Заде.
18. Альфа-уровневый принцип обобщения.
19. Правила выполнения арифметических операций для положительных нечетких чисел.
20. Нечеткие отношения на дискретных множествах.
21. Нечеткие отношения на непрерывных множествах.
22. Альфа-сечение нечеткого отношения.
23. Рефлексивность, антирефлексивность нечетких отношений.
24. Симметричность, асимметричность нечетких отношений.
25. Обратные нечеткие отношения.
26. Пересечение, объединение нечетких отношений.
27. Дополнение, произведение нечетких отношений.
28. Транзитивное замыкание нечеткого отношения.
29. Правила расчета функций принадлежности.
30. Лингвистическая переменная «истинность» по Заде.
31. Лингвистическая переменная «истинность» по Балдвину.
32. Задание нечеткой истинности.
33. Нечеткие логические операции.
34. Табличная форма представления нечетких логических операций для ограниченного количества истинностных значений.
35. Нечеткая база знаний.
36. Задание многомерных зависимостей «входы-выходы».
37. Весовые коэффициенты.
38. Основная структура и принцип работы системы нечеткой логики.
39. Раскройте понятие биологического нейрона

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА»**

**Направление подготовки:** 09.03.04 Программная инженерия

**Профиль:** Проектирование и разработка программного обеспечения

**Уровень высшего образования:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

## 1. Общие положения

### Цель дисциплины:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных профессиональных задач;
3. формирование готовности применять методы нечеткой логики в профессиональной деятельности.

### Задачи дисциплины:

1. Дать студентам базовые знания по нечеткой логике.
2. Научить студентов решать типовые задачи дисциплины.
3. Познакомить студентов с примерами математического моделирования и анализа в области их профессиональной деятельности.

## 2. Указания по проведению практических занятий

### Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Введение в нечеткие множества и операции над ними*

Продолжительность занятия – 2 ч.

### Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы*

Продолжительность занятия – 2 ч.

### Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Основы нечеткой логики*

Продолжительность занятия – 2 ч.

### Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Логическое отрицание нечетких высказываний. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций*

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 5.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Системы нечеткого вывода*

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 6.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Нечеткая кластеризация в Fuzzy Logic Toolbox*

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 7.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей*

Продолжительность занятия – 2 ч.

#### **Практическое занятие 8.**

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Гибридные нейронные сети, их обучение и использование*

Продолжительность занятия – 2 ч.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

*Цель самостоятельной работы:* подготовить бакалавров к самостоятельному научному творчеству.

*Задачи самостоятельной работы:*

- изучение теоретического лекционного курса;
- приобретение умений и навыков использовать изученные математические методы для самостоятельного решения и исследования типовых задач;
- развитие способностей к логическому и алгоритмическому мышлению;
- воспитание математической культуры аналитических преобразований

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Нечеткие множества и нечеткие соответствия.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (Нечеткие отношения).
2.	Нечеткая логика и нечеткие числа.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода).

#### 5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

##### 5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями  $m$  и  $n$ , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

##### 5.2. Требования к оформлению

Каждая контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.

2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.

3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.

4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.

5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.

6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.

Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к экзамену не допускаются. Зачетные контрольные работы обязательно предъявляются на экзамене.

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Седых И.А. Нечеткие задачи в математическом моделировании [электронный ресурс]: метод. указ. к самостоятельной работе / И. А. Седых, И.А. Седых, В.А. Скопин - Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2013. - 23с.

URL: <http://rucont.ru/efd/233232>

2. Лаврикова И.Н. Логика: учимся решать / И. Н. Лаврикова; И.Н. Лаврикова. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 207 с. - (Рейтинг успеха). - ISBN 978-5-238-02129-4.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115412>

### **Дополнительная литература:**

1. Белозерова Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие: [16+] / Г.И. Белозерова, Д.М. Скудннев, З.А. Кононова; Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Ч. 1. – 65 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909>

2. Филимонов А. Б. Основы нечеткой логики: учебное пособие / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2019. — 88 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171457>

3. Киселев В. Ю. Теория нечётных множеств и нечетная логика. Задачи и упражнения: учебное пособие / В. Ю. Киселев, Т. Ф. Калугина. — Иваново: ИГЭУ, 2019. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154561>

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.znaniyum.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/>- электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice, Octave Modelio.*

**Информационные справочные системы:** *Электронные ресурсы образовательной среды Университета*