



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:** 01.03.02. Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование. Математическое моделирование

**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. Вилисов В.Я.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 – Прикладная математика и информатика 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 (перутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№8 от 15.03.2023			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  И.В. Бугай, к.т.н., доцент

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (перутверждения)	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:

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

ОПК-3 - Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

**профессиональные компетенции (ПК):**

ПК-3 - Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ.

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:**

- Знать методы и приемы формализации задач
- Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов
- Знать базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

**Необходимые умения:**

- Уметь выбирать средства и выработать реализации требований к программному обеспечению
- Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
- Уметь решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой

**Трудовые действия:**

- Владеть методами и средствами проектирования баз данных.

Иметь практический опыт исследований в конкретной области профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Нечеткая логика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Дискретная математика», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая логика и теория алгоритмов» и компетенциях: ОПК-1, ОПК-3, ПК-2.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при изучении дисциплин: «Системы поддержки принятия решений», «Математические методы и среды разработки экспертных систем» и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр четвертый	Семестр	Семестр
Общая трудоемкость	72		72		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		
Лекции (Л)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	16		16		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практическая подготовка	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>40</b>		<b>40</b>		
Курсовые работы (проекты)	-		-		
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Текущий контроль знаний	Тест		Тест		
Вид итогового контроля	зачет		зчет		
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА НЕ ПРЕДУСМОТРЕНА УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ</b>					

## 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	8	4	-	ОПК-3 ПК-3
Тема 2. Нечеткая логика и нечеткие числа.	8	8	4	-	ОПК-3 ПК-3
<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>-</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. Нечеткая логика: учебно-методическое пособие / составители Д. В. Полупанов, С. Р. Абдюшева. — Уфа: БашГУ, 2020. — 84 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179916>

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, Mathcad.*

**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:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование, математическое моделирование

**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.	ПК-3	Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	Тема 1-2.	Знать методы и приемы формализации задач Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов	Уметь выбирать средства и вырабатывать реализации требований к программному обеспечению Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений	Владеть методами и средствами проектирования баз данных.
2.	ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Тема 1-2.	Знать базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Уметь решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой	Иметь практический опыт исследований в конкретной области профессиональной деятельности

## 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
ОПК-3 ПК-3	Тест	<p>А) <b>полностью сформирована</b> (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) <b>частично сформирована:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•компетенция <b>освоена на продвинутом уровне</b> – 70% правильных ответов;</li> <li>•компетенция <b>освоена на базовом уровне</b> – от 51% правильных ответов;</li> </ul> <p>В) <b>не сформирована</b> (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 30 мин.</p> <p>Неявка 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
ОПК-3 ПК-3	Выполнение контрольной работы	<p>А) <b>полностью сформирована</b> (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) <b>частично сформирована:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•компетенция <b>освоена на продвинутом уровне</b> – 4 балла;</li> <li>•компетенция <b>освоена на базовом уровне</b> – 3 балла;</li> </ul> <p>В) <b>не сформирована</b> (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>
ОПК-3 ПК-3	Реферат	<p>А) полностью сформирована <b>5 баллов</b></p> <p>В) частично сформирована <b>3-4 балла</b></p> <p>С) не сформирована <b>2 балла</b></p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2.Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</li> <li>3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4.Качество самой представленной работы (1 балл).</li> <li>5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</li> </ol> <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**

**3.1. 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?

$$\min\{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\}$$

$$\mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$$

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

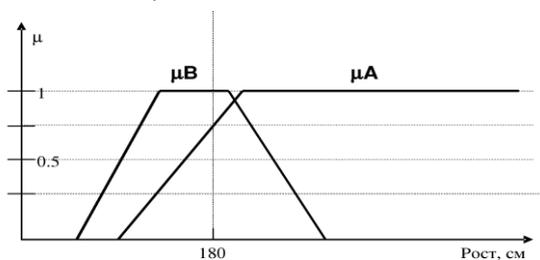
$$\max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

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 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

13. 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

**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:**

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

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

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

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

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

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

- a) 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 изменятся

**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 обработки естественного языка
4. Системы информационного поиска

### 3.2 Тематика контрольной работы:

#### По теме «Нечеткие множества и нечеткие соответствия»

1. Дайте определение понятия множества.
2. Опишите способы задания функции принадлежности отдельных элементов множества.
3. Дайте определение операции объединения множеств и поясните ее смысл с помощью диаграммы Венна.
4. Какие отношения называются бинарными? Какие примеры бинарных отношений вы могли бы привести?
5. Сформулируйте определение нечеткого множества и поясните его основной смысл.
6. Приведите основные способы и формы представления множеств.
7. Опишите основные свойства операций над множествами: коммутативности,
8. Опишите основные свойства операций над множествами: ассоциативности,
9. Опишите основные свойства операций над множествами: идемпотентности,
10. Опишите основные свойства операций над множествами: дистрибутивности
11. Опишите основные свойства операций над множествами: инволюции
12. Приведите примеры реальных задач, которые приводят к необходимости введения понятия нечеткого множества.
13. Дайте определение операции пересечения множеств и поясните ее смысл с помощью диаграммы Венна.
14. Дайте определение нечеткого отношения и приведите примеры нечетких отношений.

#### По теме «Нечеткая логика и нечеткие числа»

15. Объясните сущность понятия неопределенности, его природу и основные источники.
16. Раскройте сущность понятия лингвистической переменной.
17. Раскройте понятие фаззификация (Fuzzification).
18. С помощью каких правил формируются значения лингвистической переменной?
19. Что такое аккумуляция (Accumulation)?
20. Перечислите основные алгоритмы нечеткого вывода. Их особенности.
- 21.1. Приведите классификацию лингвистических неопределенностей, поясните их сущность и дайте примеры.
22. Приведите пример терм-множества значений некоторой лингвистической переменной.
23. Что представляет собой терм-множество?
24. Что такое агрегирование (Aggregation)?
25. Раскройте понятие активизация (Activation).
26. Раскройте понятие дефаззификация (Defuzzification).

### 3.3 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. Конкуренсное 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 зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Согласно графику учебного процесса	Тестирование 1, 2	ОПК-3 ПК-3	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
Согласно графику учебного процесса	Зачет	ОПК-3 ПК-3	3 вопроса	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: <b>«Зачтено»:</b> 1. знание лексического и грамматического материала; 2. умение использовать и применять полученные знания на практике; 3. работа на практических занятиях в течение семестра; 4. ответ на вопросы зачета. <b>«Не зачтено»:</b> 1. демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; 2. незнание лексического и грамматического материала; 3. неумение использовать и применять полученные знания; 4. не работал на практических занятиях; 5. не отвечает на вопросы зачета.

#### 4.1 Типовые вопросы, выносимые на зачет

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:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование, математическое моделирование

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**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 зачете.

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **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. Нечеткая логика: учебно-методическое пособие / составители Д. В. Полупанов, С. Р. Абдюшева. — Уфа: БашГУ, 2020. — 84 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179916>

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, Mathcad.*

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