Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.4 Нечеткие множества и нечеткая логика»*

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
*10.05.01 Компьютерная безопасность*
(код и наименование специальности)

*специализация №3 «Разработка защищенного программного обеспечения»*
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
*Специалист по защите информации*

Форма обучения
*Очная*

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.4 Нечеткие множества и нечеткая логика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем
*наименование кафедры*

протокол № 7 от "21" февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем — И.В. Влацкая
*наименование кафедры* *подпись* *расшифровка подписи*

*Исполнители:*
ст. преподаватель кафедры КБМОИС — Н.А. Заельская
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
10.05.01 Компьютерная безопасность — И.В. Влацкая
*код наименование* *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Н.Н. Бигалиева / С.А. Бикмиллеева
*личная подпись* *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
С.Н. Морозова
*личная подпись* *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Заельская Н.А., 2025
© ОГУ, 2025

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:
изучение технологий обработки информации, основанной на нечетких множествах и нечетком выводе.

**Задачи:**

- приобретение обучающимися знаний в области теории нечетких множеств;
- получение представления о нечеткой логике и задачами, решаемыми с использованием нечеткой логики;
- необходимость описания явлений и понятий, которые имеют многозначный и неточный характер.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Алгебра, Б1.Д.Б.18 Математическая логика и теория алгоритмов*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК*-1 Проектирование объектов в защищенном исполнении | ПК*-1-В-1 Умеет проектировать средства и системы информатизации в защищенном исполнении<br>ПК*-1-В-2 Владеет навыками проектирования систем защиты информации на объектах информатизации | **Знать:**<br>- основные понятия нечеткой логики и правила вывода в нечеткой логике.<br>**Уметь:**<br>- использовать базовые математические знания и информационные технологии при принятии решений в нестандартных ситуациях с использованием методов нечеткой логики;<br>- разрабатывать нечеткую модель системы.<br>**Владеть:**<br>- способностью находить решения в нестандартных ситуациях с использованием методов нечеткой логики;<br>методами оценки и анализа при формировании системы основанной на нечеткой логике. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|---|---|---|
| | 9 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **108** | **108** |
| **Контактная работа:** | **68,25** | **68,25** |
| Лекции (Л) | 34 | 34 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 34 | 34 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 |
| **Самостоятельная работа:**<br>*- написание реферата (Р);*<br>*- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*<br>*- изучение разделов курса «Нечеткие множества и нечеткая логика» в системе электронного обучения;*<br>*- подготовка к итоговому тестированию в системе электронного обучения;*<br>*- подготовка к лабораторным занятиям;*<br>*- подготовка к рубежному котролю.)* | **39,75** | **39,75** |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Нечеткие множества и операции над ними. Нечеткие числа. Лингвистическая переменная. | 46 | 14 | - | 14 | 18 |
| 2 | Области применения и классификация нечетких моделей. Нечеткие продукционные модели. Алгоритмы нечеткого вывода. | 36 | 12 | - | 12 | 12 |
| 3 | Нечеткие автоматы. Нечеткие ситуационные сети. | 26 | 8 | - | 8 | 10 |
| | Итого: | 108 | 34 | - | 34 | 40 |
| | Всего: | 108 | 34 | - | 34 | 40 |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1 Нечеткие множества и операции над ними. Нечеткие числа. Лингвистическая переменная.**

Введение в теорию нечетких множеств. Примеры обычных и нечетких множеств. Универсальное множество. Пустое множество. Подмножество. Характеристическая функция множества. Несущее множество или носитель. Точка перехода. Нормальное множество. Субнормальное множество. Унимодальная функция. Примеры записи нечетких множеств с помощью различных символов. Определение нечеткого множества. Функция принадлежности нечеткого множества. Диаграмма Заде. Сингельтон. Множество а-уровня. Разложение нечеткого множества по множествам уровня. Приближенное разложение нечеткого множества.

Методы экспертных оценок. Прямой метод. Косвенный метод. Функции принадлежности нечетких множеств «величина х мала». Функции принадлежности нечетких множеств «величина х большая». Меры нечеткости множества. Обычное множество, ближайшее к нечеткому. Метрика на каком-либо множестве. Аксиомы метрики. Виды метрик функциональных пространств. Индекс нечеткости. Основные формулы вычисления индексов нечеткости множеств. Заострение множества.

Отношение включения нечетких множеств. Подмножество множества. Двуместная или бинарная алгебраическая операция на множестве. Одноместная или унарная алгебраическая

операция на множестве. Операции над обычными и нечеткими множествами. Дополнение нечеткого множества. Пересечение нечеткого множества. Объединение нечетких множеств. Свойства операций пересечения, объединения и дополнения над обычными и нечеткими множествами. Закон исключения третьего и закон противоречия. Решетка. Решеточное пересечение и решеточное объединение. Типичные Т-нормы и Т-конормы.

Определение нечеткого числа. Нормальное нечеткое число. Унимодальное нечеткое число. Выпуклое нечеткое число. Алгебраические операции над нечеткими числами. Сумма (разность) нечетких чисел. Произведение нечетких чисел. Частное нечетких чисел. Нечеткий максимум и нечеткий минимум.

Терм и терм-множество. Конкатенация. Подтерм. Примеры лингвистической переменной. Синтаксическое правило. Семантическое правило. Модификатор. Понятие лингвистической переменной. Понятие как лингвистическая переменная.

**2 Области применения и классификация нечетких моделей. Нечеткие продукционные модели. Алгоритмы нечеткого вывода.**

Области применения нечеткого моделирования. Нечеткие модели. Взаимосвязи между описаниями и переменными четких и нечетких моделей. Сферы применения нечетких моделей. Классификация нечетких моделей. Интеграция нечетких и нейронных сетей. Компоненты нечетких продукционных моделей. Способы нечеткого вывода. Прямой способ нечеткого вывода. Обратный способ нечеткого вывода.

Формирование нечетких высказываний в предпосылках и заключениях правил. Формирование составных нечетких высказываний в предпосылках и заключениях правил. Типы нечетких продукционных правил. Задание структуры базы нечетких продукционных правил. Обеспечение полноты и непротиворечивости базы нечетких правил.

Введение нечеткости. Агрегирование степени истинности предпосылок и правил. Активизация заключений правил. Аккумулирование активизированных заключений правил. Приведение к четкости. Методы дефаззификации аккумулированной на предыдущем этапе выходной переменной. Методы дефаззификации выходной переменной без предварительного аккумулирования активизированных заключений отдельных правил. Параметрическая оптимизация конечной базы нечетких правил.

Алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Алгоритм нечеткого вывода Ларсена. Алгоритм нечеткого вывода Цукамото. Упрощенный алгоритм нечеткого вывода. Алгоритм нечеткого вывода Такаги-Сугэно.

**3 Нечеткие автоматы. Нечеткие ситуационные сети.**

Основные понятия и классификация нечетких автоматов. Типы нечетких автоматов. Обучение нечетких автоматов.

Формирование нечеткой ситуационной сети. Прямой подход к построению нечеткой ситуационной сети. Обратный подход к построению нечеткой ситуационной сети. Задачи моделирования процессов управления на основе нечетких ситуационных сетей.

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Формирование нечеткого множества и его графического представления. | 2 |
| 2 | 1 | Простейшие операции над нечеткими подмножествами. | 4 |
| 3 | 2 | Нечеткие числа и операции над ними. | 4 |
| 4 | 2 | Лингвистическая переменная. | 4 |
| 5 | 3 | Моделирование процессов и явлений с помощью аппарата теории нечетких множеств. | 4 |
| 6 | 3 | Построение нечеткой продукционной модели задачи. Формирование схемы нечеткого вывода заключения и базы нечетких продукционных правил. | 4 |
| 7 | 3 | Построение нечеткой продукционной модели задачи. Задание нечеткости, процедур агрегирования, активизации, | 4 |

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| | | аккумулирования, приведение к четкости и параметрической оптимизации конечной базы нечетких правил. | |
| 8 | 4 | Построение нечеткого автомата. | 4 |
| 9 | 4 | Формирование нечеткой ситуационной сети. | 4 |
| | | Итого: | 34 |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная 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 им. 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: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909

2 Сахарова, Л. В. Математическое моделирование в условиях неопределенности : учебное пособие : [16+] / Л. В. Сахарова ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2017. – 102 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567423

### 5.2 Дополнительная литература

1 Яхъяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие для вузов / Г. Э. Яхъяева .- 2-е изд., испр. - М. : Бином, 2008. - 316 с.

2 Круглов, В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода: учеб. пособие для вузов / В.В. Круглов, М.И. Дли . - М. : Физматлит, 2002. - 256 с.

3 Усков, А. А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика/ А. А. Усков, А. В. Кузьмин. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 143 с.

4 Новак, В. Математические принципы нечеткой логики: пер. с англ. / В. Новак, И. Перфильева, И. Мочкорж. - М. : Физматлит, 2006. - 352 с.

5 Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб. пособие для вузов / Н.Г. Ярушкина . - М. : Финансы и статистика, 2004. - 320 с.

6 Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети/ В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов . - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 284 с.

### 5.3 Периодические издания

1 Информатика и системы управления : журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

2 Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

3 Информационные технологии: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

### 5.4 Интернет-ресурсы

1 Консультационный центр Matlab компании Softline. Раздел - Проектирование систем управления\Fuzzy Logic Toolbox. Режим доступа - http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/

2 BaseGroup Labs технологии анализа данных. Раздел - Нечеткая логика - математические основы. Режим доступа - http://www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/math/

**5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1 Операционная система Astra Linux. «Astra Linux Special Edition» РУСБ.10015-01, лицензионный договор №А-2021-1374-ВУЗ от 28.05.2021;

2 LibreOffice – свободно распространяемый офисный пакет, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Консультант Плюс, Режим доступа: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi
- Открытые поисковые системы: Yandex.

**6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

*Каждый вид помещения может быть дополнен средствами обучения, реально используемыми при проведении учебных занятий соответствующего типа (например, - лабораторные стенды, макеты, имитационные модели, компьютерные тренажеры, симуляторы, муляжи, учебно-наглядные пособия, плакаты и т.п.)*