

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Технологии искусственного  
интеллекта в приборостроении**

**Методические указания по выполнению  
курсового проекта**

Казань 2025

## Содержание

1	Нормативные ссылки .....	4
2	Требования к курсовому проекту.....	4
2.1	Тема курсового проекта.....	4
2.2	Состав курсового проекта.....	4
2.3	Состав пояснительной записки.....	4
2.4	Оформление пояснительной записки.....	6
3	Содержание основной части курсового проекта.....	7
3.1	Содержание первого раздела «Анализ проблем предметной области»	7
3.2	Содержание второго раздела «Выбор и применение интеллектуального метода» .....	7
3.3	Содержание третьего раздела «Разработка интеллектуальной системы» .....	8
3.3.1	Пример реализации простой экспертной системы .....	8
3.3.2	Пример реализации нечёткой экспертной системы .....	14
3.4	Содержание четвёртого раздела «Экспериментальный анализ» .....	17
4	Примеры тем курсовых проектов работ .....	18
	Список рекомендуемой литературы.....	19
	Приложение А .....	20
	Приложение Б .....	21

## **1 Нормативные ссылки**

В настоящих методических указаниях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам;
- ГОСТ 7.9-95 СИБИД. Реферат и аннотация. Общие требования;
- ГОСТ 7.82-2001 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления.

## **2 Требования к курсовому проекту**

### **2.1 Тема курсового проекта**

Тема курсового проекта выдается каждому студенту индивидуально. В коллективных работах, в которых принимают участие два и более студентов, четко определяются объем и характер работы каждого студента. В задании формулируется задача и метод её решения.

### **2.2 Состав курсовой работы**

Курсовой проект (КП) состоит из текстовой (пояснительная записка–ПЗ) и иллюстративной части. Объем пояснительной записки – 30–40 страниц формата А4. К пояснительной записке прилагается электронный носитель с созданной интеллектуальной системой, верифицированными программами и другой информацией.

Иллюстративная часть проекта может отражать структуру интеллектуальной системы и ее частей (механизм логического вывода, структуру и состав базы знаний и т.д.), копии экрана, блок-схемы алгоритмов и программные модули.

### **2.3 Состав пояснительной записки**

В пояснительную записку должны входить:

- содержание;
- введение;
- нормативные ссылки;
- термины, определения и сокращения;
- основная часть: разделы 1, 2, 3;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (по необходимости).

**Титульный лист** является первым листом работы (нумерация на нём не проставляется). Он оформляется в соответствии с образцом, приведенным в приложении А.

**Задание на курсовой проект**, подписанное руководителем курсовой работы и студентом, располагается за титульным листом. Без бланка задания работа к рецензии не принимается. Образец формы задания приведён в приложении Б.

**Реферат** оформляется по ГОСТ 7.9 и должен содержать сведения об объеме КР, количестве таблиц, иллюстраций, использованных источников. После этого указываются ключевые слова. Текст реферата отражает следующие аспекты содержания курсовой работы: объект исследования; цель работы; методы решения задач; результат работы. Объем реферата – не более 0,75 страницы. Образец реферата приведён в приложении В.

**Содержание** включает заголовки всех разделов и подразделов. В конце наименования каждого раздела, каждого подраздела, приложения указывается номер листа, с которого они начинаются. Содержание помещается в начале курсовой работы и включается в общую нумерацию страниц КР. В содержание включаются все заголовки, имеющиеся в работу, в том числе «Список использованных источников», а также строки: «Приложение А», «Приложение Б» и т.д. Наименования разделов и подразделов следует приводить в полном соответствии с их названиями, указанными в тексте работы.

**Введение** следует выполнять, придерживаясь достаточно жёсткой структуры, свойственной формулировке любого научного исследования. Кратко описать актуальность и объект исследования.

**Нормативные ссылки** включают в ПЗ, если в тексте даны ссылки на нормативные документы. Элемент начинают со слов: «В настоящей курсовой работе использованы ссылки на следующие нормативные документы...».

Перечень документов излагают в следующем порядке:

- технические регламенты РФ;
- национальные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р);
- межгосударственные стандарты (ГОСТ), действующие на территории РФ;
- международные стандарты;
- правила и рекомендации по стандартизации;
- строительные нормы и правила;
- санитарные правила и нормы.

В перечне ссылочных нормативных документов указывают полные обозначения этих документов с цифрами года принятия и их наименования

(наименование системы приводят в сокращённом виде), размещая эти документы в порядке возрастания регистрационных номеров обозначений.

**П р и м е ч а н и е** – При оформлении раздела необходимо проверить действие ссылочных стандартов.

### **Термины, определения и сокращения**

В этом разделе содержится перечень сокращений, применяемых в пояснительной записке. Запись сокращений приводят в алфавитном порядке с необходимыми расшифровками и пояснениями. Сокращения (условные обозначения), символы и термины располагаются в перечне столбцом, в котором слева приводятся сокращения (символ, термин), а справа – его детальная расшифровка. Допускается объединять структурные элементы «Термины и определения» и «Сокращения» в один раздел «Термины, определения и сокращения».

**Основная часть** оформляется согласно разделу 3 данных МУ.

**Заключение** курсового проекта должно быть следующего формата.

Проделанная в рамках курсовой работы деятельность позволила ответить на поставленные вопросы, цели и задачи исследования. Основными задачами исследования являлись: ... (перечислить).

Для решения этих задач были применены следующие методы: ... (перечислить).

В итоге выполнения курсовой работы удалось получить следующий результат решения конкретной проблемы (проблем) в рамках выбранной предметной области: ... (сформулировать).

**Список использованных источников** обязателен и оформляется по ГОСТ Р 7.0.5 и ГОСТ 7.82.

## **2.4 Оформление пояснительной записки**

Пояснительная записка должна быть оформлена по ГОСТ 2.105 на листах формата А4, имеющих поля: левое – 3 см, нижнее – 2,5 см, верхнее – 1,5 см, правое – 1,5 см. Шрифт – Times New Roman. Междустрочный интервал – полуторный. Требуемые схемы при необходимости могут быть выполнены на листах формата А3 и прикреплены в сложенном виде к пояснительной записке. Все листы следует сброшюровать и пронумеровать. Нумерация снизу страниц по центру. Дополнительные условия выполнения курсовой работы выдаются руководителем работы.

### **3 Содержание основной части курсового проекта**

Курсовая работа по предмету «Технологии искусственного интеллекта в приборостроении» должна состоять минимум из 3-х разделов. Желательно следующее содержание разделов.

#### **3.1 Содержание первого раздела «Анализ проблем предметной области»**

Первый раздел должен быть посвящен всестороннему анализу выбранной предметной области, для которой поставлена задача разработки интеллектуальной системы. Необходимо сформулировать и отразить наиболее характерные термины и понятия предметной области, проблематику поставленной задачи, зависимости и закономерности, связывающие элементы проблемы между собой.

Если целью системы искусственного интеллекта является поддержка принятия решения в некоторой области, то нужно отразить в виде таблиц, графиков и схем те зависимости, которые должен знать ЛПР (лицо, принимающее решение) для принятия адекватного проблеме решения.

Если предметной областью является управление робототехническим устройством, следует конкретизировать сферу операций робота.

Например, нужно разработать систему технического зрения (СТЗ) для данного робота. Тогда приводится описание помещения, в котором будет работать СТЗ, характера предметов и освещения, требований к скорости распознавания объектов.

Если предметной областью робота является выполнение технологических или рабочих операций, необходимо дать подробное описание закономерностям, по которым операции совершаются, задачам, на которые они нацелены, а также препятствиям, которые робот должен преодолевать в процессе управления.

#### **3.2 Содержание второго раздела «Выбор и применение интеллектуального метода»**

Второй раздел должен отражать анализ методов искусственного интеллекта, их выбор и обоснование способности выбранных подходов обеспечивать адекватное решение проблемы и достижение цели создания системы.

Подавляющее большинство современных интеллектуальных систем представляет собой гибридные программные продукты, реализующие в себе, как минимум, два из наиболее известных подходов и методов ИИ.

К таким подходам относятся:

- классические экспертные системы (с продукционной моделью знаний);
- семантические и/или фреймовые модели;

- нейросетевые системы для распознавания образов;
- нейросетевые модели ассоциативной памяти;
- нейроконтроллеры;
- нечёткая логика и алгоритмы нечёткого вывода;
- методы data mining (кластеризация, классификация и др.);
- игровые алгоритмы и эвристика;
- естественно-языковые системы и системы машинного перевода;
- агентные и мульти-агентные системы;
- генетические и другие эволюционные алгоритмы.

По этой причине в настоящей курсовой работе должны быть применены, как минимум, два из предложенных интеллектуальных подхода. Если курсовая работа посвящена некоторой предметной области, в рамках которой необходимо разработать интеллектуальную систему поддержки принятия решения (СППР), допустимо применить комбинированный нечётко-экспертный подход, т.е. разработать нечёткую экспертную систему на продукционной модели с алгоритмом фаззификации (напр. Мамдани).

Или же, например, допустимо применить методы Data mining для анализа зависимостей в больших выборках данных предметной области. Это можно реализовать посредством алгоритмов вроде K-средних или с помощью карт Кохонена.

### **3.3 Содержание третьего раздела «Разработка интеллектуальной системы»**

#### **3.3.1 Пример реализации простой экспертной системы**

Третий раздел курсовой работы должен быть посвящен подробному описанию применения выбранных интеллектуальных технологий к решению поставленной задачи. В этом же разделе должна быть представлена программная реализация, но не полностью, а только наиболее значимые, «интеллектуальные» блоки кода программы.

#### ***Пример***

Для решения самого широкого спектра задач, как в робототехнике, так и в других предметных областях, могут применяться экспертные системы с продукционной или какой-либо другой моделью знаний. Напомним, экспертная система представляет интеллектуальную программу, основанную на правилах. На рис. 1 показана общая схема процесса работы системы, основанной на правилах.



Рис. 1. Схема процесса работы системы, основанной на правилах

На рис. 2 показан принцип применения правила и разрешения конфликтов в механизме логического вывода.



Рис. 2. Принцип применения правила и разрешения конфликтов в механизме логического вывода

На рис. 3 показан алгоритм работы механизма логического вывода.

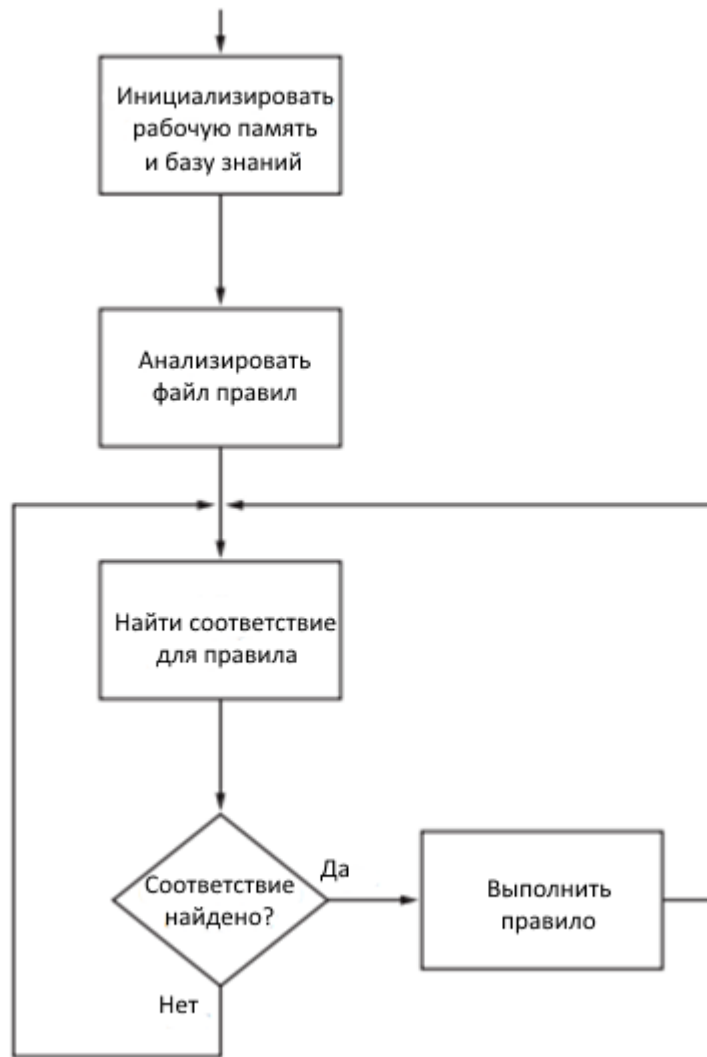


Рис. 3. Алгоритм работы механизма логического вывода

В экспертной системе с продукционной моделью представления знаний фактом называется универсальная единица знания, отражающая элементарную информацию о предметной области в ходе интеллектуальных рассуждений. Формулировать факты принято в словесной (символьной) форме в виде текста, который определённым образом хранится в БЗ. Очевидно, что с точки зрения программной реализации необходим некий принцип, который позволил бы осуществлять требуемые манипуляции с текстовыми выражениями фактов.

Программная подсистема работы с фактами в ЭС должна реализовывать следующие задачи:

- хранить факты, их текстовые обозначения и информацию о текущих состояниях фактов (истинные или ложные);
- организовывать поиск фактов механизмом логического вывода, делать их доступными для обнаружения при проверке правил на активизацию;

- осуществлять процесс построения общего списка фактов на основании сведений из БЗ ЭС;
- обеспечивать возможность изменения логического значения факта по команде МЛВ;
- представлять возможности гибкой адресации фактов: как по текстовому названию, так и по уникальному числовому адресу в базе фактов.

Обозначив совокупность необходимых для реализации возможностей обработчика фактов, представим требования, предъявляемые программной платформе, на которой планируется реализация:

- необходим механизм хранения списка текстовой информации, как правило, реализуемой стандартным типом данных `String`, а также хранения списка логической информации, выраженной соответствующими типами данных (`Boolean` или, например, `Integer`);
- требуется способ установления жёсткой взаимосвязи каждого элемента текстового списка с соответствующим ему элементом логических данных (истиной или ложью), что позволит связать факт, имеющий текстовое название, вместе с его логическим значением;
- необходим механизм, допускающий изначальное программное задание количества фактов базы как аргумента для создания необходимого числа элементов текстового списка;
- после создания необходимого количества элементов текстового списка, должна быть возможность формирования текстовых и ассоциированных им логических значений списков посредством программного цикла;
- поскольку названия фактов МЛВ будет считывать из состава правил в текстовом виде, необходим механизм, дающий возможность искать в базе факт, необходимый элемент по его текстовому названию (`String`);
- после обнаружения факта по текстовому наименованию в базе, МЛВ должен иметь возможность получать доступ к логическому значению, закреплённому за данным фактом, и производить с ним двунаправленные манипуляции: как считывать это значение, так и изменять его.

В таком случае формат хранения фактов и правил в ЭС на языке `C#` возможен, как это дано в листинге 1.

Листинг 1 – База правил и механизм вывода ЭС

```
Dictionary<String, int> Facts = new Dictionary<String, int>(); //
Факты можно хранить в формате Dictionary как пару название факта –
истинность (1 или 0)
```

```
public struct HandUnit { // Факт в составе правила
```

```

    public string name; // имя
    public int Status; // значение
    public int type; // Тип факта – Первичный или вторичный
// Класс "Правило"
} public class Rule {
    public List<HandUnit> LHS = new List<HandUnit>(); //
Условия
    public List<HandUnit> RHS = new List<HandUnit>(); //
Следствия
}
List<Rule> Rules = new List<Rule>(); // Список правил (База
знаний)
// Механизм логического вывода
void AI_ForwardLogicMachine()
{
    bool execute_rule = false;
    // Берём правило из конфликтного множества –
множества активированных правил
    foreach (int rule_i in list_conflict.rules_ids)
    {
        execute_rule = true;
        foreach (HandUnit handitem in Rules[rule_i].LHS)
        {
            if (Facts[handitem.name] != handitem.Status)
            {
                execute_rule = false;
                break;
            }
        }
        if (execute_rule)
        {
            foreach (HandUnit handitem in Rules[rule_i].RHS)
            {
                Facts[handitem.name] = handitem.Status;
            }
        }
    }
}

```

Формат общего вида продукционного правила для робототехнической экспертной системы может иметь следующий вид:

*ЕСЛИ*

*временной интервал  $t_{i-1} \leq t_i \leq t_{i+1}$*

*И*

*выходной параметр:  $s_{i.min} \leq s_i \leq s_{i.max}$*

*И*

*скорость  $v_{i.min} \leq v_i \leq v_{i.max}$*

*И*

*ускорение  $a_{i.min} \leq a_i \leq a_{i.max}$*

*И*

*параметры кинематики (параметры нелинейных функций матричного преобразования):  $a_0, d_0, \alpha_0, \theta_0, a_1, d_1, \alpha_1, \theta_1, \dots, a_n, d_n, \alpha_n, \theta_n$*

*И*

*параметры динамики (матрица моментов инерции / крутящий момент):  $J_0, \tau_0, J_1, \tau_1, \dots, J_n, \tau_n$*

*ТО*

*диапазон погрешности:  $\Delta s_{i.min} \leq \Delta s \leq \Delta s_{i.max}$*

В качестве продукционной модели, например, для экспертной системы в области финансовых операций факты и правила могут иметь следующий формат:

*Факт № 1*

*Краткосрочная процентная ставка отражает процессы, происходящие в экономике. Увеличение ставки, с одной стороны, может говорить о повышении спроса на деньги, с другой стороны, приводит к замедлению роста фондового рынка и, в конечном итоге, к падению фондового рынка. Уменьшение процентной ставки приводит к замедлению падения фондового рынка и, в конечном итоге, к его росту.*

*Факт № 2*

*Закономерно и следующее предположение: снижение налогового бремени в стране ведет к ускорению экономического роста, а, следовательно, и прибылей организаций-эмитентов, что, в конечном счете, вкупе со снижением процентной ставки ведет к росту цен акций на фондовом рынке.*

*Факт № 3*

*Однозначно можно утверждать, что процентные ставки по кредитам и вкладам напрямую зависят от уровня инфляции в стране.*

*...*

*Правило 1:*

*ЕСЛИ процентные ставки растут И налоговые ставки снижаются  
ТО цены акций будут расти*

*ПОЯСНЕНИЕ*

*Снижение налогового бремени в стране ведет к ускорению экономического роста, что, вкупе со снижением процентной ставки, ведет к росту цен акций на фондовом рынке.*

*Правило 2:*

*ЕСЛИ уровень инфляции высокий  
ТО процентные ставки растут*

*ПОЯСНЕНИЕ*

*Процентные ставки по кредитам и вкладам напрямую зависят от уровня инфляции в стране.*

...

В качестве внутреннего языка для данной задачи был выбран Visual C#, который используется в среде программирования Visual Studio. Этот язык использует принципы объектно-ориентированного и визуального программирования.

В данном проекте база знаний сохраняется в один файл с расширением \*.XML.

### **3.3.2 Пример реализации нечёткой экспертной системы**

В основе нечеткой логики лежит теория нечетких множеств, изложенная в серии работ Л. Заде в 1965–1973 годах. Математическая теория нечетких множеств (fuzzy sets) и нечеткая логика (fuzzy logic) являются обобщениями классической теории множеств и классической формальной логики. Основной причиной появления новой теории стало наличие нечетких и приближенных рассуждений при описании человеком процессов, систем, объектов.

Информационные системы, базирующиеся на нечетких множествах и нечеткой логике, называют нечеткими системами.

Достоинства нечетких систем:

- функционирование в условиях неопределенности;
- оперирование качественными и количественными данными;
- использование экспертных знаний в управлении;
- построение моделей приближенных рассуждений человека;
- устойчивость при действии на систему всевозможных возмущений.

Недостатками нечетких систем являются:

- отсутствие стандартной методики конструирования нечетких систем;
- невозможность математического анализа нечетких систем существующими методами;
- применение нечеткого подхода по сравнению с вероятностным не приводит к повышению точности вычислений.

Алгоритм Мамдани описывает несколько последовательно выполняющихся этапов (рис. 4). При этом каждый последующий этап получает на вход значения, полученные на предыдущем шаге.



Рис. 4. Алгоритм Мамдани

Порядок алгоритма нечёткого вывода Мамдани:

*1. Формирование базы правил.*

База правил – это множество правил, где каждому подзаключению сопоставляется определенный весовой коэффициент.

База правил может иметь следующий вид (для примера используются правила продукционной модели):

*RULE\_1: IF «Condition\_1» THEN «Conclusion\_1» ( $F_1$ ) AND «Conclusion\_2» ( $F_2$ );*

*RULE\_2: IF «Condition\_2» AND «Condition\_3» THEN «Conclusion\_3» ( $F_3$ );*

...

*RULE\_n: IF «Condition\_k» THEN «Conclusion\_(q-1)» ( $F_{q-1}$ ) AND «Conclusion\_q» ( $F_q$ ),*

где  $F_i$  – весовые коэффициенты, означающие степень уверенности в истинности получаемого подзаключения ( $i = 1..q$ ). По умолчанию весовой коэффициент принимается равным 1. Лингвистические переменные, присутствующие в условиях, называются входными, а в заключениях – выходными;

$n$  – число правил нечетких продукций;

$m$  – кол-во входных переменных;

$s$  – кол-во выходных переменных;

$k$  – общее число подусловий в базе правил;

$q$  – общее число подзаключений в базе правил.

*2. Фаззификация входных переменных.*

Этот этап часто называют приведением к нечеткости. На вход поступают сформированная база правил и массив входных данных  $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ . В этом массиве содержатся значения всех входных переменных. Целью этого этапа является получение значений истинности для всех подусловий из базы правил. Это происходит так: для каждого из подусловий находится значение  $b_i = \mu(a_i)$ . Таким образом получается множество значений  $b_i$  ( $i = 1..k$ ).

**П р и м е ч а н и е** – Массив входных данных сформирован таким образом, что  $i$ -ый элемент массива соответствует  $i$ -ой входной переменной (номер переменной храниться в целочисленном поле «id»).

### 3. Агрегирование подусловий.

Как уже упоминалось выше, условие правила может быть составным, т.е. включать подусловия, связанные между собой при помощи логической операции «AND». Целью этого этапа является определение степени истинности условий для каждого правила системы нечеткого вывода. Упрощенно говоря, для каждого условия находим минимальное значение истинности всех его подусловий. Формально это выглядит так:

$$c_j = \min\{b_i\},$$

где  $j = 1..n$ ;

$i$  – число из множества номеров подусловий, в которых участвует  $j$ -ая входная переменная.

### 4. Активизация подзаключений.

На этом этапе происходит переход от условий к подзаключениям. Для каждого подзаключения находится степень истинности  $d_i = c_i \cdot F_i$ , где  $i = 1..q$ . Затем, опять же каждому  $i$ -му подзаключению, сопоставляется множество  $D_i$  с новой функцией принадлежности. Её значение определяется как минимум из  $d_i$  и значения функции принадлежности терма из подзаключения. Этот метод называется min-активизацией, который формально записывается следующим образом:

$$\mu'_i(x) = \min\{d_i, \mu_i(x)\},$$

где  $\mu'_i(x)$  – «активизированная» функция принадлежности;

$\mu_i(x)$  – функция принадлежности терма;

$d_i$  – степень истинности  $i$ -го подзаключения.

Итак, цель этого этапа – это получение совокупности «активизированных» нечетких множеств  $D_i$  для каждого из подзакключений в базе правил ( $i = 1..q$ ).

### 5. Аккумуляция заключений.

Целью этого этапа является получение нечеткого множества (или их объединения) для каждой из выходных переменных. Выполняется он следующим образом:  $i$ -й выходной переменной сопоставляется объединение множеств  $E_i = \cup D_j$ , где  $j$  – номера подзакключений, в которых

участвует  $i$ -я выходная переменная ( $i = 1..s$ ). Объединением двух нечетких множеств является третье нечеткое множество со следующей функцией принадлежности:

$$\mu'_i(x) = \max \{ \mu_1(x), \mu_2(x) \},$$

где  $\mu_1(x), \mu_2(x)$  – функции принадлежности объединяемых множеств.

#### *б. Дефаззификация выходных переменных.*

Цель дефаззификации – получить количественное значение (crisp value) для каждой из выходных лингвистических переменных. Формально это происходит следующим образом. Рассматривается  $i$ -я выходная переменная и относящееся к ней множество  $E_i$  ( $i = 1..s$ ). Затем при помощи метода дефаззификации находится итоговое количественное значение выходной переменной. В данной реализации алгоритма используется метод центра тяжести, в котором значение  $i$ -й выходной переменной рассчитывается по формуле

$$y_i = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu_i(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu_i(x) dx},$$

где  $\mu_i(x)$  – функция принадлежности соответствующего нечеткого множества  $E_i$ ;

Min и Max – границы универсума нечетких переменных;

$y_i$  – результат дефаззификации.

Диаграмма классов нечёткой ЭС Мамдани дана в приложении Г.

### **3.4 Содержание четвёртого раздела «Экспериментальный анализ»**

Для защиты курсовой работы на оценку «Отлично» обязательным условием является наличие четвёртого раздела работы, посвящённого результатам практического применения системы.

В данном разделе должны быть обязательно представлены скриншоты работы программы, выполнения её основных функций. Должны быть отражены результаты работы интеллектуальной системы в виде заключений, правил продукционной модели с пояснениями, каким образом был достигнут результат, и указаны нечёткие коэффициенты, отражающие степень точности выводов.

Можно отразить результаты сигналов нейроконтроллеров в виде таблиц числовых данных, привязанных к конкретным моментам времени, а также показать скриншотами поведение робота под управлением нейронной сети, его способность выполнять требуемые действия в необходимом порядке.

При выборе тематики финансово-экономических предметных областей, обязательно отразить заключения интеллектуальной системы о ключевых числовых показателях (стоимость, издержки, котировки) и их

сравнение с необходимыми значениями для подтверждения достижения цели создания системы.

#### **4 Примеры тем курсовых проектов**

1. Разработка интеллектуальной системы автоматической калибровки измерительных приборов на основе машинного обучения
2. Применение нейросетевых методов для компенсации температурных погрешностей полупроводниковых датчиков
3. Интеллектуальный алгоритм классификации дефектов изделий по данным ультразвукового контроля
4. Использование свёрточных нейронных сетей в системах технического зрения для прецизионных измерений геометрии деталей
5. Методы глубокого обучения для распознавания типов сигналов в многоканальных приборах неразрушающего контроля
6. Интеллектуальная система прогнозирования остаточного ресурса пьезоэлектрических преобразователей
7. Алгоритмы кластеризации для автоматической настройки пороговых уровней в измерительных приборах
8. Применение методов ИИ для подавления шумов в данных с микроэлектромеханических (МЭМС) датчиков
9. Разработка интеллектуального датчика давления с функцией самодиагностики на основе рекуррентной нейронной сети
10. Использование генетических алгоритмов для оптимизации структуры многопараметрических сенсорных систем
11. Интеллектуальная обработка спектральных данных в оптических приборах на основе методов опорных векторов
12. Применение ансамблевых методов машинного обучения для повышения точности измерительных каналов в условиях помех
13. Система интеллектуального управления режимами работы измерительного комплекса с использованием обучения с подкреплением
14. Автоматическое обнаружение аномалий в показаниях медицинских измерительных приборов с помощью автоэнкодеров
15. Нейросетевая коррекция нелинейности датчиков в системах промышленной автоматике

## Список рекомендуемой литературы

1. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. А. И. Осипова – М.: ДМК Пресс, 2011. – 312 с.
2. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект [Электронный ресурс]: – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=539035> (дата обращения: 10.04.2019).
3. Станкевич Л.А., Юревич Е. И. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 167 с.
4. Чубукова И. А. Data Mining. – М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.
5. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Боровская Е.В., Давыдова Н.А., - 3-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2016. - 130 с.: ISBN 978-5-00101-421-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/366789>

## **Приложение А**

### **Пример оформления реферата**

#### **Реферат**

Курсовой проект: 45 с., 5 рис., 3 табл., 22 источника, 3 приложения, иллюстративная часть – 2 листа формата А1.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА, НЕЧЁТКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, БАЗА ЗНАНИЙ, МЕХАНИЗМ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА, НАКОПЛЕНИЕ ЗНАНИЙ, ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ, ФИНАНСОВЫЕ АКТИВЫ, ФОНДОВЫЙ РЫНОК

В данном курсовом проекте решена задача создания нечёткой экспертной системы для предметной области разработки интеллектуальных приборных комплексов и систем. Накоплена база нечётких знаний, отражающая опыт специалистов по достижению наилучших результатов в управлении проектами по разработке приборов и систем. Реализован механизм нечёткого логического вывода, способный находить решение прикладных задач по созданной базе знаний. Созданная нечёткая экспертная система готова к применению в производстве.

## Приложение Б

### Диаграмма классов нечёткой экспертной системы

