

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра анализа данных и искусственного интеллекта

КУРСОВАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Работу выполнил _____ А.О. Туманов

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика курс 3

Направленность (профиль) Прикладная информатика

Научный руководитель
д-р. тех. наук, доц. _____ А.В. Коваленко
(подпись)

Нормоконтролер
канд. физ.-мат. наук, доц. _____ Г.В. Калайдина
(подпись)

Краснодар
2024

РЕФЕРАТ

Курсовая работа 31 с., 11 рис., 6 табл., 11 источн.
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ,
АГРЕССИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ, НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА, ЭКСПЕРТНЫЕ
ОЦЕНКИ, MATLAB

Объектом разработки является система поддержки принятия управленческих решений.

Цель работы – построение системы поддержки принятия управленческих решений на основе теории нечетких множеств для определения уровня агрессивного поведения несовершеннолетних на основе личностного опросника FPI-B с использованием среды MATLAB.

В курсовой работе рассмотрены факторы, связанные с проявлением агрессии в виде подсистемы системы определения девиации на основе личностного опросника FPI-B. Разработана система, которая позволяет определить уровень агрессивности на основе данных опросника FPI-B, визуализировать результаты анализа, а также учитывать группу факторов, влияющих на поведение.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	Ошибка! Закладка не определена.
1 Методологические основы использования FPI-B для определения уровня агрессивности	6
1.1 Методика исследования личности с помощью опросника FPI	6
1.2 Актуальность исследования.....	8
2 Основы теории нечетких множеств для создания системы поддержки принятия решений.....	10
2.1 Основные понятия нечетких множеств	10
2.2 Типы функций принадлежности.....	11
2.3 Нечеткие отношения.....	13
2.4 Системы нечеткого вывода	15
2.4.1 Фаззификация	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Агрегирование	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.3 Активизация.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.4 Аккумуляция.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.5 Дефаззификация	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Анализ поддержки принятия решений	18
3 Построение математической модели и создание СППР	20
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список использованных источников	30

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, где объем информации растет с каждым днем, а условия внешней среды становятся все более динамичными и неопределенными, эффективное принятие управленческих решений становится ключевым фактором успеха организаций. Системы поддержки принятия решений (СППР) представляют собой инструменты, которые помогают обрабатывать и анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и формировать обоснованные рекомендации.

Разработка таких систем требует понимания как теоретических основ управления, так и практических аспектов работы с данными. В данной курсовой работе будет рассмотрена концепция СППР, технологии, используемые для создания эффективных инструментов поддержки принятия решений.

Особое внимание будет уделено созданию СППР на основе нечетких множеств, которые позволяют учитывать неопределенность и субъективность в процессе принятия решений. Также будет рассмотрен процесс разработки и реализации такой системы в среде MATLAB, что обеспечит практическую основу для применения теоретических знаний.

Цель работы – построение системы поддержки принятия управленческих решений на основе теории нечетких множеств для определения уровня агрессивного поведения несовершеннолетних на основе личностного опросника FPI-B с использованием среды MATLAB.

Данная цель предопределила решение следующих задач:

- 1) Изучение опросника FPI.
- 2) Изучение теории нечетких множеств для создания системы поддержки принятия решения.
- 3) Изучение принципов экспертного оценивания в условиях неопределенности, нечёткой классификации.

4) Разработка методов, позволяющих эффективно обрабатывать и анализировать нечеткие данные.

5) Построение системы поддержки принятия управленческих решений для определения уровня агрессивного поведения несовершеннолетних на основе личностного опросника FPI-B (Фрайбургский личностный опросник версии В) в среде MATLAB.

Курсовая работа состоит из трех глав, введения, заключения и списка используемых источников.

В первой главе содержится описание методологических основ использования опросника FPI-B.

Во второй главе подробно описаны основы теории нечетких множеств для создания системы поддержки принятия решений. Представлены основные понятия нечетких множеств, типы функций принадлежности, нечеткие отношения, системы нечеткого вывода, фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация.

Третья глава посвящена построению нечеткой математической модели и созданию системы поддержки принятия управленческих решений для определения уровня агрессивности несовершеннолетних на основе личностного опросника FPI-B.

1 Методологические основы использования FPI-B для определения уровня агрессивности

1.1 Методика исследования личности с помощью опросника FPI

Фрайбургский многофакторный личностный опросник (FPI) предназначен для диагностики свойств личности и состояний, которые играют важную роль в процессе социальной адаптации и регуляции поведения. Методика FPI разработана с учетом опыта использования таких опросников, как 16PF Кеттелла, MMPI (СМИЛ), EPI Айзенка и других. Основные области применения теста включают психодиагностику, профориентацию, психологическое консультирование и экспертизу [1].

Опросник состоит из утверждений, касающихся различных аспектов поведения, эмоциональных состояний и ориентаций. Испытуемый выбирает, «согласен» ли он с каждым утверждением.

FPI-B включает 12 шкал, каждая из которых оценивает определенные аспекты личности. Вопросы в опроснике всего 114. Девять шкал (I–IX) являются базовыми, а три (X–XII) – производными, составленными из вопросов основных шкал.

Основные шкалы FPI:

1) Шкала I (Невротичность) – характеризует степень невротизации личности. Высокие баллы указывают на наличие астенического невротического синдрома и психосоматических нарушений.

2) Шкала II (Спонтанная агрессивность) – позволяет выявить склонность к импульсивному поведению. Высокие баллы связаны с выраженной психопатизацией.

3) Шкала III (Депрессивность) – оценивает наличие депрессивных черт. Высокие баллы свидетельствуют о признаках депрессивного синдрома.

4) Шкала IV (Раздражительность) – показывает уровень эмоциональной устойчивости. Высокие баллы означают склонность к аффективным реакциям.

5) Шкала V (Общительность) – характеризует потребность в социальном взаимодействии. Высокие баллы отражают активность и стремление к общению.

6) Шкала VI (Уравновешенность) – определяет стрессоустойчивость. Высокие баллы говорят о хорошем эмоциональном контроле.

7) Шкала VII (Реактивная агрессивность) – анализирует экстратенсивные психопатические признаки. Высокие баллы связаны с агрессивным отношением к окружающим.

8) Шкала VIII (Застенчивость) – отражает склонность к пассивно-оборонительному поведению. Высокие баллы связаны с тревожностью и неуверенностью.

9) Шкала IX (Открытость) – оценивает степень откровенности и самокритичности. Высокие баллы свидетельствуют о стремлении к доверительным отношениям.

Производные шкалы FPI:

1) Шкала X (Экстраверсия–Интроверсия) – высокие баллы указывают на экстравертированность, низкие – на интровертированность.

2) Шкала XI (Эмоциональная лабильность) – высокие баллы связаны с частыми перепадами настроения и раздражительностью.

3) Шкала XII (Маскулинность–Фемининность) – высокие баллы отражают психическую активность по мужскому типу, низкие по женскому.

Исследование может проводиться как индивидуально, так и в группах. Важно обеспечить условия, исключая влияние внешних факторов, например, взаимные консультации участников.

Первичная обработка данных заключается в подсчете сырых баллов для каждой шкалы с помощью шаблонов. Затем сырые баллы преобразуются в стандартные по 9-балльной шкале. Полученные результаты наносятся на график, формируя профиль личности.

Особое внимание уделяется высоким (7–9 баллов) и низким (1–3 балла) оценкам. Шкала IX используется для проверки достоверности ответов. Заключение формируется на основе анализа профиля личности и взаимосвязи шкал, учитывая их влияние на поведение человека [2].

FPI предоставляет возможность глубокого анализа психологических характеристик личности, что делает его полезным инструментом в контексте исследования агрессивного поведения и разработки методов его управления.

1.2 Актуальность исследования

В настоящее время проблема управления агрессивным поведением, особенно среди несовершеннолетних, приобретает всё большую значимость. Повышение уровня агрессивности ведёт к серьёзным последствиям, включая нарушения социальной адаптации, рост числа конфликтных ситуаций и правонарушений. Для успешного решения этой проблемы требуется разработка инструментов, которые позволят эффективно прогнозировать и управлять агрессивным поведением, опираясь на современные научные подходы.

Системы поддержки принятия управленческих решений становятся ключевым инструментом в задачах, где необходим анализ сложных и нечетко определённых данных. Использование нечёткой логики позволяет учитывать экспертные оценки и субъективные характеристики. Это делает нечёткие модели особенно подходящими для анализа факторов, влияющих на уровень агрессивности.

Традиционные методы диагностики агрессивного поведения требуют значительных временных и интеллектуальных затрат. Однако увеличение объёма данных и необходимость оперативного принятия решений создают дополнительную нагрузку. В этих условиях разработка автоматизированной СППР на основе методов нечёткой логики становится актуальной и необходимой.

Таким образом, создание системы поддержки принятия управленческих решений для определения уровня агрессивного поведения несовершеннолетних на основе личностного опросника FPI-B, позволит не только повысить эффективность диагностики, но и снизить вероятность негативных последствий.

2 Основы теории нечетких множеств для создания системы поддержки принятия решений

2.1 Основные понятия нечетких множеств

Нечеткое множество представляет собой набор элементов, для которых невозможно с абсолютной уверенностью сказать, принадлежит ли конкретный элемент этому множеству или нет [3].

Множество $\mathcal{A}$ является нечетким и определяется как множество упорядоченных пар вида:

$$A = \langle x, \mu_A(x); x \in X \rangle \quad (1)$$

где x является элементом некоторого универсального множества X , а $\mu_A(x)$ – функция принадлежности, которая показывает, насколько каждый элемент принадлежит данному множеству. Данная функция определяется в форме отображения: $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$. При этом можно выделить три случая:

1) $\mu_A(x) = 1$ означает полную принадлежность элемента x к нечёткому множеству A , то есть $x \in A$.

2) $\mu_A(x) = 0$ означает отсутствие принадлежности элемента x к нечёткому множеству A , то есть $x \notin A$.

3) $0 < \mu_A(x) < 1$ означает частичную принадлежность элемента x к нечёткому множеству A .

Универсум множества – это обширное множество, включающее все возможные элементы, которые могут быть рассмотрены в рамках конкретной задачи. Он служит важной основой для определения других множеств и помогает четко обозначить границы, внутри которых происходит анализ. Универсум позволяет выделить элементы, которые принадлежат рассматриваемому множеству, и те, которые к нему не относятся [3].

Функция принадлежности универсума как нечеткого множества тождественно равна единице для всех элементов: $\mu_x = 1$. Характеристическая функция обычного универсального множества также тождественно равна единице: $X_x = 1$.

Носитель нечеткого множества A ($\text{sup}(A)$) включает в себя все элементы, для которых степень принадлежности больше нуля, то есть $\text{sup}(A) = \{x \in X, \mu_A(x) > 0\} \forall x \in X$.

Обобщением носителя нечеткого множества является понятие множества α -уровня, под которым понимается обычное множество A_α , удовлетворяющее следующему условию:

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (2)$$

где α – некоторое действительное число из интервала $[0,1]$.

Понятия нечеткого множества и его основных характеристик играют ключевую роль в теории нечеткой логики. Нечеткое множество позволяет описывать неопределенность и неоднозначность, которые часто встречаются в реальных задачах, где элементы не могут быть однозначно отнесены к определенному множеству [3].

2.2 Типы функций принадлежности

Значение функции принадлежности для элемента показывает степень его принадлежности к нечеткому множеству. Значение 0 означает, что элемент не принадлежит множеству, а значение 1 – что принадлежит полностью. Значения между 0 и 1 отражают неопределенность или частичную принадлежность.

Одни из самых часто используемых и основных функций принадлежности для построения нечетких множеств являются кусочно-линейные. Данные функции используются для задания таких свойств

множеств, которые характеризуют неопределенность типа: приблизительно равно, среднее значение, расположен в интервале, подобен объекту, похож на предмет и др.

Кусочно-линейные функции являются наиболее простыми и интуитивно понятными. Они представляют собой комбинацию линейных сегментов, которые соединяют точки на плоскости и определяют степень принадлежности элемента к нечеткому множеству [4].

Наиболее характерными примерами данных функций являются «треугольная» и «трапецевидная» функции принадлежности.

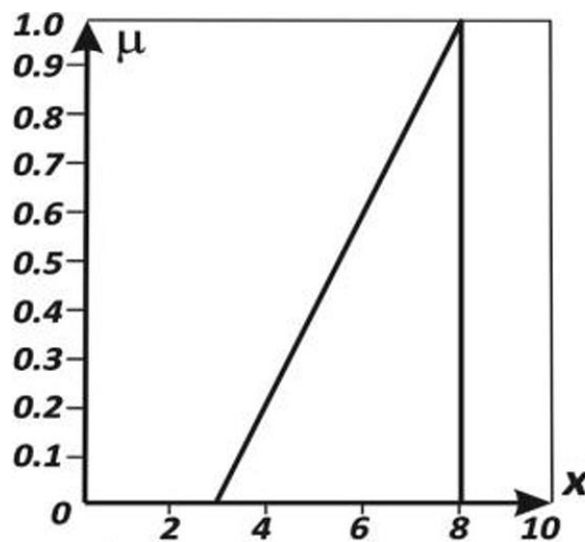


Рисунок 2.1 – Представление треугольной функции принадлежности [5]

Треугольная функция принадлежности может быть задана аналитически:

$$f_{\Delta}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & c \leq x. \end{cases} \quad (3)$$

где a, b, c – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a \leq b \leq c$.

Трапецевидная же в общем случае может быть задана аналитически следующим образом:

$$f_T(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d, \\ 0, & d \leq x. \end{cases} \quad (4)$$

где a, b, c, d – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a \leq b \leq c \leq d$.

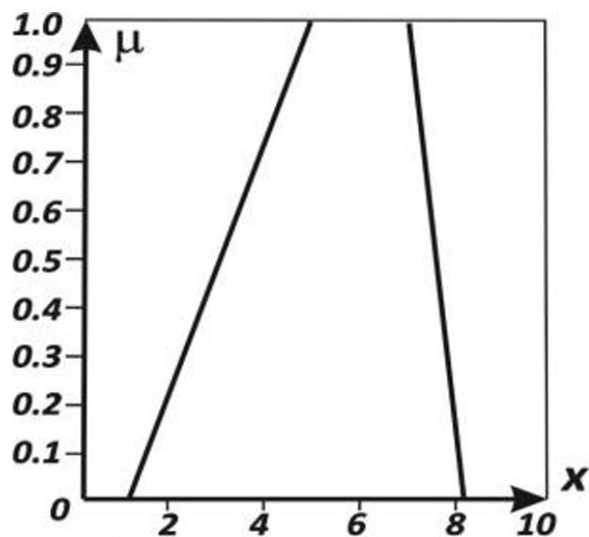


Рисунок 2.2 – Представление трапецевидной функции принадлежности [5]

2.3 Нечеткие отношения

Нечеткое k -арное отношение – это расширение классического понятия отношений, позволяющее учитывать неопределенность и степень принадлежности элементов. В классических отношениях элемент либо принадлежит отношению (значение 1), либо нет (значение 0). В нечетких отношениях степень принадлежности может принимать значения от 0 до 1, что позволяет более гибко описывать связи между элементами [6].

Нечеткое отношение можно представить, как набор упорядоченных элементов, для которых указана их степень принадлежности. Если обозначить нечеткое отношение через Q , оно записывается в виде:

$$Q = \{ \langle x_1, x_2, \dots, x_k \rangle, \mu_Q(\langle x_1, x_2, \dots, x_k \rangle) \} \quad (6)$$

где μ_Q – функция принадлежности, определяющая, насколько сильно кортеж $\langle x_1, x_2, \dots, x_k \rangle$ принадлежит этому отношению. Каждый элемент x_i берется из своего множества (универсума).

Существуют несколько особых случаев нечетких отношений:

- Пустое нечеткое отношение – это отношение, в котором ни один элемент не принадлежит отношению. Его функция принадлежности равна 0 для всех возможных кортежей.
- Полное нечеткое отношение – это отношение, в котором все возможные кортежи имеют функцию принадлежности, равную 1. Оно соответствует декартовому произведению универсумов.

Бинарное нечеткое отношение – это частный случай, когда рассматриваются кортежи из двух элементов. Оно определяется на двух множествах X_1 и X_2 и представляется в виде

$$Q = \{ \langle x_i, x_j \rangle, \mu_Q(\langle x_i, x_j \rangle) \} \quad (7)$$

Здесь μ_Q показывает степень принадлежности пары $\langle x_i, x_j \rangle$ отношению [6].

Способы представления нечетких отношений:

1) В виде списка: Все кортежи и их степени принадлежности явно перечисляются. Такой способ подходит для небольшого числа кортежей. Если степень принадлежности равна 0, кортеж обычно не указывается.

2) Графическое представление: Нечеткое отношение можно визуализировать в виде поверхности или отдельных точек в трехмерном пространстве. Две оси соответствуют значениям универсумов X_1 и X_2 , а третья ось отображает степень принадлежности из диапазона $[0,1]$.

3) В виде матрицы: Нечеткое бинарное отношение можно представить в виде матрицы, где строки соответствуют первым элементам пар, а столбцы – вторым элементам. Элементы матрицы – это значения функции принадлежности. Если отношение определено на одном множестве, матрица будет квадратной и называется матрицей бинарного нечеткого отношения [7].

2.4 Системы нечеткого вывода

Система нечеткого вывода – это система, которая использует нечеткую логику для вывода заключений на основе нечетких данных. Системы позволяют решать различные задачи, такие как: классификация данных, распознавание образов, принятие решений и машинное обучение [8].

Основной задачей системы нечеткого вывода является использование нечетких правил продукций для принятия решений и генерации выводов, которые выражаются как нечеткие множества. Условия и заключения отдельных правил составляются в форме нечетких высказываний относительно значений лингвистических переменных. В свою очередь, данные высказывания могут принимать три вида, а именно:

1) Высказывание « β есть α », где β – лингвистическая переменная, α – значение данной переменной.

2) Высказывание с модификатором « β есть $\Delta\alpha$ », где Δ – модификатор, который соответствует словам «Очень», «Более или менее» и другим.

3) Составные высказывания, образованные из высказываний 1 и 2 видов и связок в форме «И», «Или», «Не» и «Если-то»

На формирование базы правил системы нечеткого вывода непосредственное влияние оказывают также дополнительные факторы, которые определяются спецификацией решаемой задачи [8].

Таким образом, основными этапами нечеткого вывода являются:

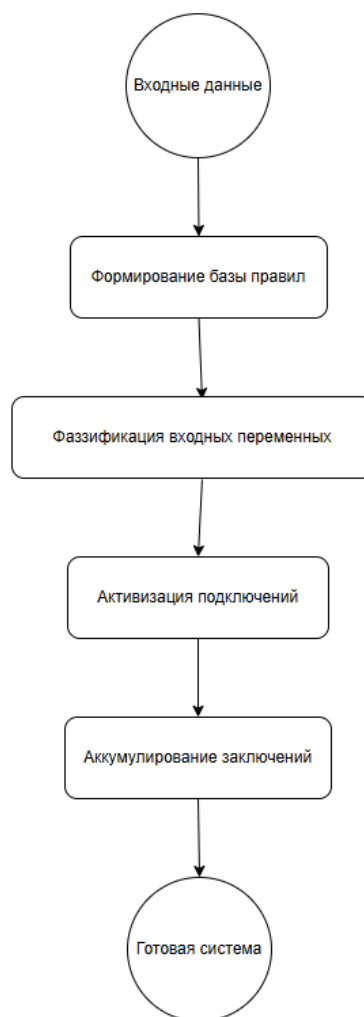


Рисунок 2.3 – Основные этапы нечеткого вывода

2.4.1 Фаззификация

Под фаззификацией понимается процесс преобразования точных числовых значений входных данных в нечеткие множества, которые характеризуются степенями принадлежности. Данный процесс позволяет моделировать приближенные рассуждения в условиях неопределенности с помощью определения лингвистических переменных.

После завершения фаззификации для всех входных переменных должны быть определены конкретные значения степеней принадлежности для каждого из лингвистических термов. Эти значения необходимы для выполнения условий в базе правил системы нечеткого вывода [9].

2.4.2 Агрегирование

Агрегирование в контексте нечеткой логики – это процесс объединения выходных нечетких множеств, которые были получены в результате применения правил системы нечеткого вывода.

Цель агрегирования – сформировать единое нечеткое множество, которое затем используется на этапе дефаззификации для получения конкретного, четкого значения [9].

2.4.3 Активизация

Активизация – это процесс преобразования выходных нечетких множеств, полученных на основе условий правил, в зависимости от их степени истинности. Этот этап используется для получения модифицированных выходных функций принадлежности, учитывающих вклад каждого правила.

После нахождения степеней истинности подзаключений для каждого из правил, определяются функции принадлежности выходных лингвистических переменных с помощью методов активизации:

1) *prod*-активизация: Значение функции принадлежности модифицируется как произведение степени истинности и функции принадлежности терма.

2) *min*-активизация: Функция принадлежности ограничивается по минимальному значению степени истинности и функции принадлежности терма.

3) *average*-активизация: Используется среднее арифметическое между степенью истинности правила и исходным значением функции принадлежности терма.

Активизация связывает степень истинности правил с их выходными значениями, адаптируя функции принадлежности, чтобы они отражали вклад каждого правила в итоговый результат [9].

2.4.4 Аккумуляция

Под аккумуляцией понимается процесс объединения выходных данных (функций принадлежности) всех правил в систему, чтобы получить общее нечеткое множество для каждого выходного термина [9].

2.4.5 Дефаззификация

Дефаззификация является завершающим этапом работы системы нечеткой логики и обеспечивает преобразование результатов в виде обычных количественных значений для каждой из выходных переменных. Данный процесс помогает системам и механизмам воспринимать нечеткие множества в качестве нужных значений соответствующих управляющих переменных.

Для выполнения численных расчетов могут быть использованы различные методы дефаззификации, которые включают в себя: метод центра тяжести, площади, левого и правого модального значения [9].

2.5 Анализ поддержки принятия решений

Системы поддержки принятия решений (СППР) – это программные инструменты, которые помогают людям принимать обоснованные решения в сложных или неопределённых ситуациях.

Основная идея СППР заключается в предоставлении пользователю аналитических данных, моделей и сценариев, которые облегчают понимание проблемы и позволяют выбрать оптимальное решение [10].

СППР работают на основе сочетания информации, хранящейся в базе данных и аналитических моделей. Данные системы не принимают решения за человека, а лишь предоставляют информацию, которая позволяет лучше оценить ситуацию и понять возможные последствия разных вариантов действий.

Ключевой элемент системы поддержки принятия решений – способность адаптироваться к потребностям пользователя. Система может предоставлять визуализации, прогнозы, сценарии "что, если" и автоматизированные рекомендации, которые упрощают процесс анализа. Такие системы предназначены для использования людьми, которые принимают финальные решения на основе собственных знаний и опыта, в сочетании с данными, предоставляемыми СППР [10].

Системы поддержки принятия решений применяются в бизнесе, управлении, медицине, инженерии и других областях, где требуется принимать решения при анализе больших объемов данных.

3 Построение математической модели и создание СППР

Учитывая информацию, приведенную в главе №1, можно сделать вывод, что математическая модель будет построена на основе нечетких множеств, позволяющая определить уровень агрессивного поведения. Разработка СППР будет основываться на данных полученных при тестировании нескольких человек с помощью применения методики FPI-B (Фрайбургский личностный опросник версии В). Шкалы опросника сформированы на основе результатов факторного анализа и отражают совокупность взаимосвязанных факторов [11].

При рассмотрении различных процессов и параметров в условия, когда невозможно определить объективные данные, приходится полагаться на субъективные высказывания от экспертов. Их оценки нельзя точно измерить, отчего в создании математической модели будем использовать стандартную лингвистическую переменную с такими терм-множествами, как:

- очень низкий (very low);
- низкий (low);
- средний (middle);
- высокий (high);
- очень высокий (very high).

Универсумом данных множеств является отрезок вещественной оси от 0 до 1.

Рассмотрим разработку СППР для прогнозирования и управления рисками агрессивного поведения на основе шкал в опроснике FPI-B: №2 «Спонтанная агрессивность», №4 «Раздражительность» и №7 «Реактивная агрессия». В таблице 1 указаны номера вопросов, ответы на которые влияют на данные факторы.

Таблица 1 – Номера вопросов, влияющие на учитываемые факторы.

Факторы	Утвердительные ответы	Отрицательные ответы
Спонтанная агрессивность	32, 35, 45, 50,64,73,77, 93,97,98, 103, 112, 114	99
Раздражительность	13,17,18,36,39,43,65, 75,90, 98	—
Реактивная агрессия	6,10,58,69,76,80,82,102,104,107, 110	—

Вся система строится на основе трапециевидных функций принадлежности. В стандартном пятиуровневом классификаторе определяются пять симметрично расположенных узловых точек: {0.1 0.3 0.5 0.7 0.9}.

Функции принадлежности подобраны путем применения метода экспертных оценок, которые показывают компетентные мнения специалистов по каждому из терм-множеств. Параметры каждого из значений подсистемы указаны в таблицах 2, 3 и 4 соответственно.

В таблице 2 указаны значения терм-множеств и значения функций принадлежности для «Спонтанной агрессии».

Таблица 2 – Терм-множества переменной «Спонтанная агрессия»

Значение терм-множества	Значение функции принадлежности
«Очень Низкий»	[-1 0 14,28 21,42]
«Низкий»	[14,28 21,42 35,71 42,86]
«Средний»	[35,71 42,86 57,14 64,29]
«Высокий»	[57,14 64,29 78,57 85,71]
«Очень высокий»	[78,57 85,71 100 101]

Графики функций принадлежности для переменной «Спонтанная агрессия» представлены на рисунке 3.1.

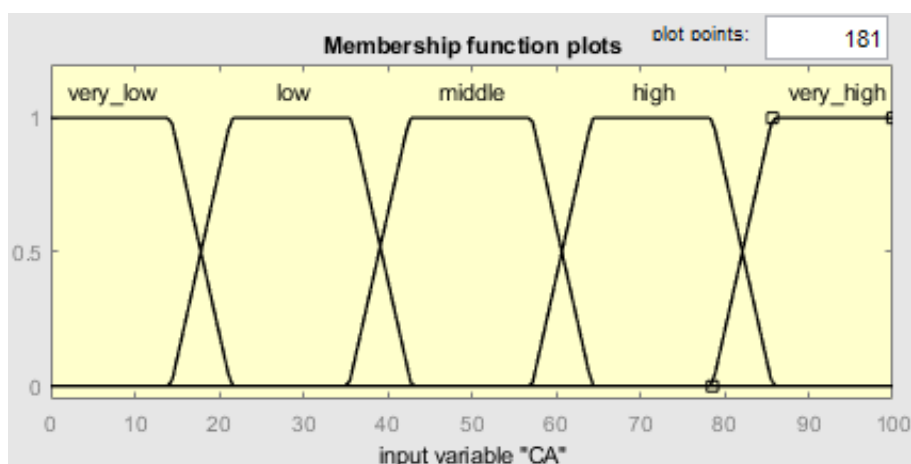


Рисунок 3.1 – Функции принадлежности для переменной «Спонтанная агрессия»

В таблице 3 указаны значения терм-множеств и значения функций принадлежности для «Раздражительности».

Таблица 3 – Терм-множества переменной «Раздражительность»

Значение терм-множества	Значение функции принадлежности
«Низкий»	[-1 0 8,3 16,6]
«Средний»	[8,3 16,6 25 33,3]
«Повышенный»	[25 33,3 50 58,3]
«Высокий»	[50 58,3 75 83,3]
«Очень высокий»	[75 83,3 100 101]

Графики функций принадлежности для переменной «Раздражительность» представлены на рисунке 3.2.

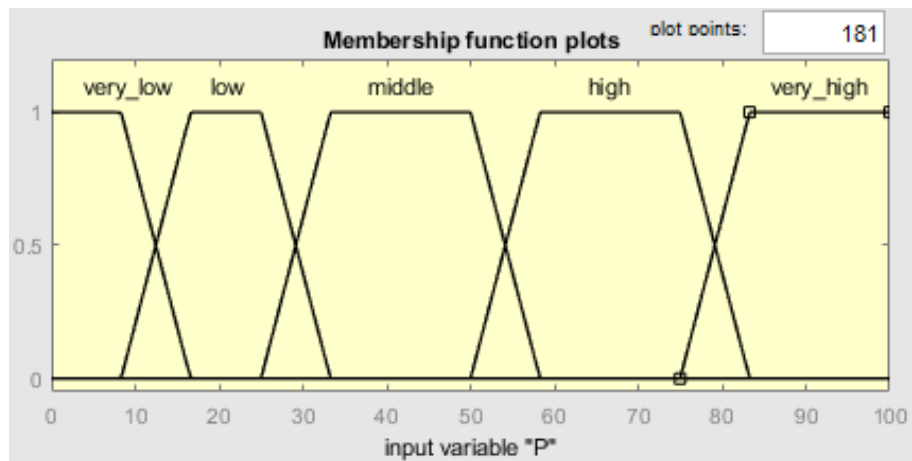


Рисунок 3.2 – Функции принадлежности для переменной
«Раздражительность»

В таблице 4 указаны значения терм-множеств и значения функций принадлежности для «Реактивной агрессии».

Таблица 4 – Терм-множества переменной «Реактивная агрессия»

Значение терм-множества	Значение функции принадлежности
«Низкий»	[-1 0 9,1 18,18]
«Средний»	[9,1 18,18 27,3 36,4]
«Повышенный»	[27,3 36,6 45,5 54,5]
«Высокий»	[45,5 54,5 63,86 72,96]
«Очень высокий»	[63,86 72,96 100 101]

Графики функций принадлежности для переменной «Реактивная агрессия» представлены на рисунке 3.3.

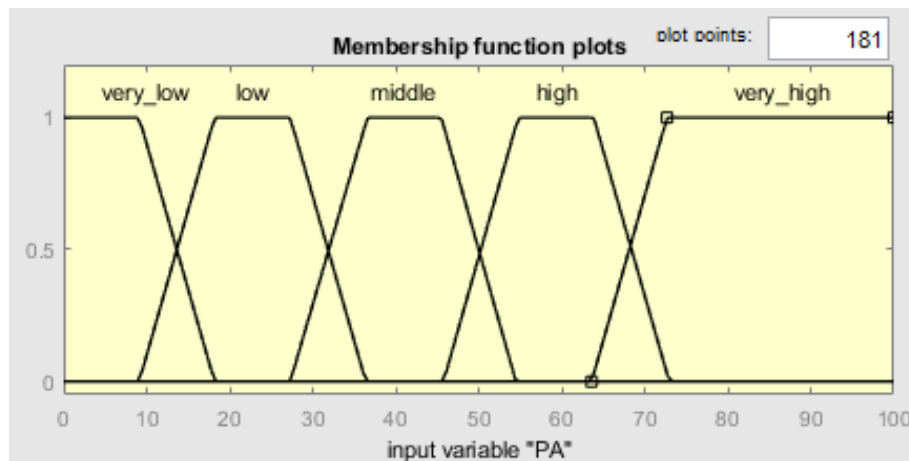


Рисунок 3.3 – Функции принадлежности для переменной
«Реактивная агрессия»

Выходная переменная «Уровень агрессии» также была построена в виде пятиуровневого классификатора по качественному уровню. Были выделены следующие терм-множества:

- очень низкий» (very low);
- «низкий» (low);
- «средний» (average);
- «высокий» (high);
- «критический» (critical).

Значения терм-множеств и значения функций принадлежности для выходной переменной «Уровень агрессии» указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Терм-множества выходной переменной «Уровень агрессии»

Значение терм-множества	Значение функции принадлежности
«Очень Низкий»	[-1 0 15 25]
«Низкий»	[15 25 35 45]
«Средний»	[35 45 55 65]
«Высокий»	[55 65 75 85]
«Критический»	[75 85 100 101]

Графики функций принадлежности для выходной переменной «Уровень агрессии» представлены на рисунке 3.4.

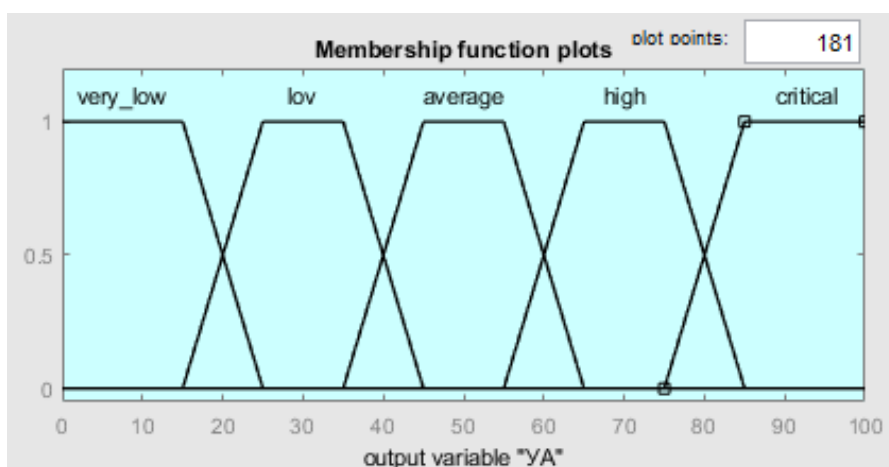


Рисунок 3.4 – Функции принадлежности для выходной переменной «Уровень агрессии»

Таким образом, были построены пятиуровневые классификаторы по качественному уровню для каждой переменной системы определения уровня агрессии.

Следующим этапом построения нечеткой модели является определение правил с помощью метода попарных сравнений. Путем построения матрицы сравнений были получены весовые коэффициенты для каждой из переменных: 0,75522 («Спонтанная агрессия»); 0,6344 («Раздражительность»); 0,1784 («Реактивная агрессия»).

Согласно результатам, полученным на основании исследования разных групп, были построены правила нечеткой продукции. Начало списка правил можно увидеть на рисунке 3.5.

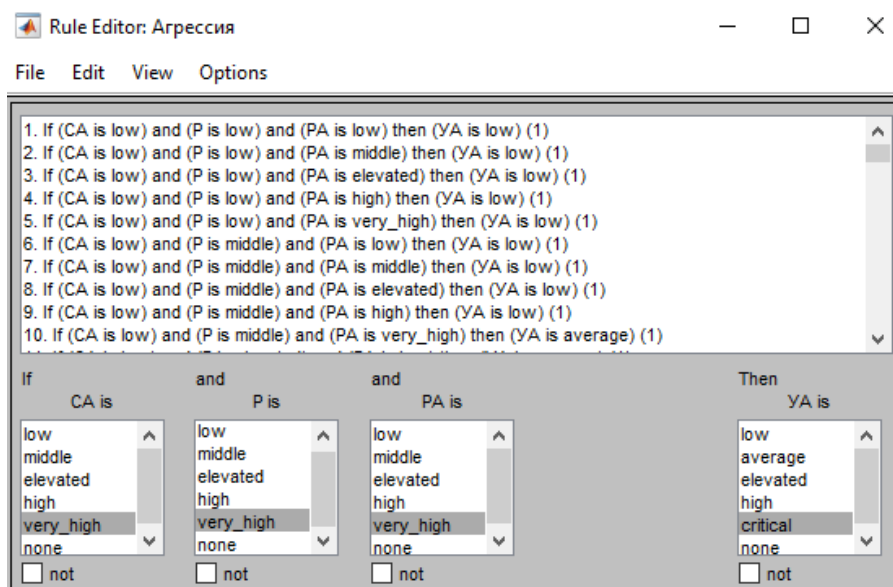


Рисунок 3.5 – Список правил нечеткой продукции

В результате построения системы «Агрессивность 1» была получена зависимость выходной переменной от входных, которая представлена на рисунке 3.6.

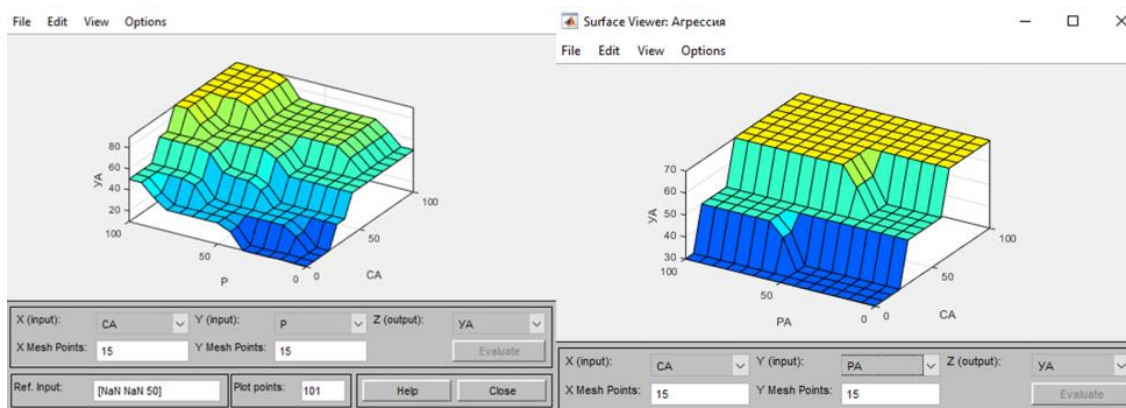


Рисунок 3.6 – Графики зависимостей переменной «Уровень агрессии» от входных переменных

Из анализа указанных зависимостей можно сделать вывод о том, что функции принадлежности нечетких термов итерационно верно настроены, следовательно, правомерно сделать вывод об адекватности построенной системы.

Последним шагом создания СППР будет проверка её работоспособности. Рассмотрим результаты опроса двух подростков, относящихся к группам низкой и высокой агрессивности.

В результате опроса первого испытуемого были получены следующие значения: «Спонтанная агрессия» – 3 балла, «Раздражительность» – 4 балла, «Реактивная агрессия» – 3 балла. Значение выходной переменной при таких значениях должно быть равно: «Уровень агрессии» – низкий. Данный результат можно увидеть на рисунке 3.7, что свидетельствует о правильности созданной системы.

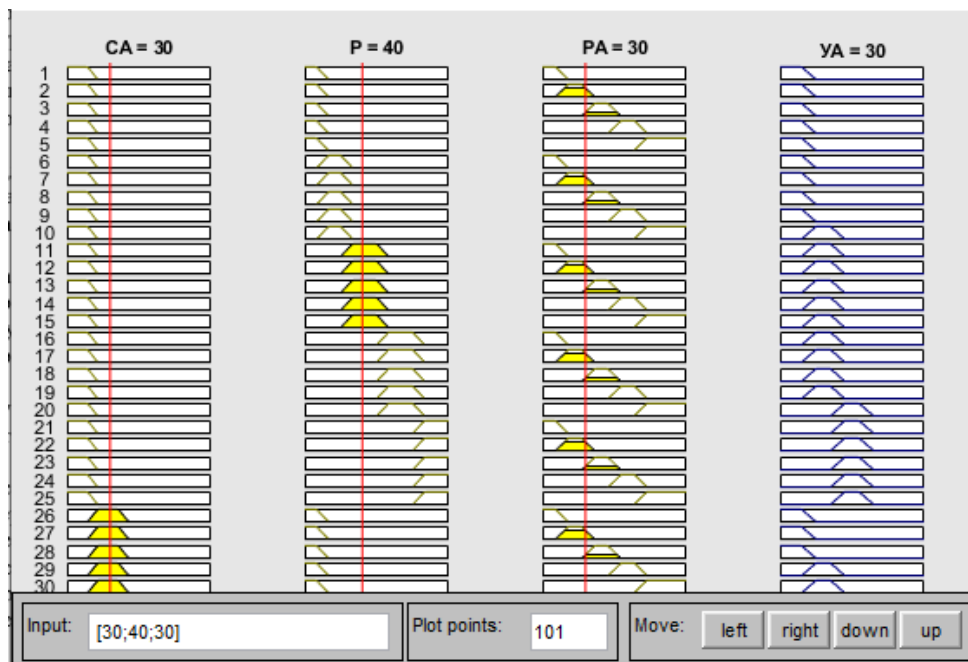


Рисунок 3.7 – Результат работы системы с первым испытуемым

Проведя опрос второго испытуемого были получены следующие значения входных переменных: «Спонтанная агрессия» – 8 баллов, «Раздражительность» – 7 баллов, «Реактивная агрессия» – 7 баллов. Значение выходной переменной при таких значениях должно быть равно: «Уровень агрессии» – высокий. Данный результат можно увидеть на рисунке 3.8.

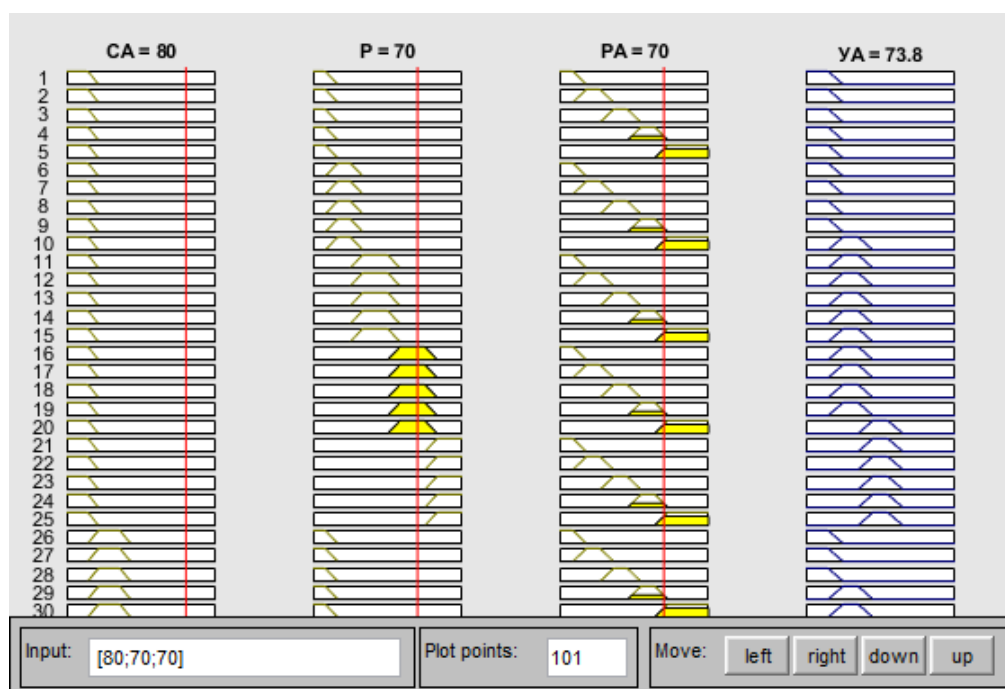


Рисунок 3.8 – Результат работы системы со вторым испытуемым

Согласно полученным результатам была достигнута достоверность, адекватность и эффективность построенной системы. Подробные значения тестирования приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты тестирования

Спонтанная агрессия	Раздражительность	Реактивная агрессия	Уровень агрессии
3	4	3	Низкий
8	7	7	Высокий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения курсовой работы был изучен опросник FPI-B для диагностики состояния и свойств личности, проанализированы факторы, влияющие на агрессивное поведение несовершеннолетних, изучены понятия и методы построения нечетких продукционных систем. Построена система «Агрессивность 1», определяющая агрессивное поведение подростков.

На основе изученных данных разработана система поддержки принятия управленческих решений для определения уровня агрессивности на основе опросника FPI-B в среде MATLAB. Это позволяет эффективно оценивать степень проявления агрессивного поведения несовершеннолетних.

Построенная система является адекватной и эффективной, что подтверждается результатами ее тестирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Psylab // Фрайбургский личностный опросник (FPI): сайт. – URL: <https://psylab.info/> (дата обращения: 15.11.2024).
2. Fahrenberg, J. Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI. Revidierte Fassung FPI-R und teilweise geänderte Fassung FPI-A1 / Fahrenberg, J., Hampel, R. & Selg / – 2001. Handanweisung 7. Auflage. Göttingen: Hogrefe.
3. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzytech / А. В. Леоненков. – СПб.: Питер, 2005. – 736 с. – ISBN 978-5-941-57087-4.
4. Гиш, А. З. Исследование влияния агрессивного поведения несовершеннолетних на их девиантность на основе метода Басса-Дарки путем построения нечеткой продукционной системы / А. З. Гиш, А. В. Коваленко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Том 11, № 1. – С. 1–15.
5. Сысоев Д. В. Нечеткая логика: методические указания / Д. В. Сысоев. / – Воронеж: Университетская книга – 2021. – 26 с. – ISBN 5803241022.
6. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии / В. Д. Балин, В. К. Гайду, В. К. Гербачевский и др. / Под общей ред. А. А. Крылова, С. А. Маничева – 2-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Питер, 2003. – 560 с. – ISBN 5804601008.
7. Коваленко, А. В. Диагностика состояния предприятия на основе нечётких продукционных систем / А. В. Коваленко, В. Н. Кармазин // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2008. Том № 1. №1 – С. 1–17.
8. Коваленко, А. В. Нейронная сеть и нечёткие множества, как инструмент оценки кредитоспособности заёмщика. Прикладная математика XXI века / А. В. Коваленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2008. Том № 1. №1 – С. 1–20.

9. Калинина, Н. В. Факторы, влияющие на формирование девиантного поведения профессионального подростков образования / Н. В. Калинина. / Инновационное развитие профессионального образования. – 2013. Том 3, №1 – С. 1-13.

10. Кириллова, Е. Б. Гендерные различия черт личности несовершеннолетних осуждённых. / Е. Кириллова. // Вестник университета МВД России – Москва, 2017. – 206 с. – ISBN 978-5-534-05932-8.

11. Шнейдер, Л. Б. Психология подростковой девиантности и аддиктивности. Уч.-метод. Пособие для студентов, изучающих дисциплину «Психология девиантного и аддиктивного поведения» / Л. Б. Шнейдер. / – Москва: МПСУ, 2015. – 300 с. – ISBN 978-5-534-05932-8.