

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 15.06.2023 10:11:51  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a48516d156d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 14 » 12 2021 г.

**Представление знаний в информационных системах**  
методические указания к практическим занятиям для бакалавров направления  
09.03.03 Прикладная информатика

Курск 2021

УДК 336

Составитель: Ю.А. Халин

Рецензент

Кандидат технических наук, с.н.с., доцент А.В. Ткаченко

**Представление знаний в информационных системах:** методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Ю.А. Халин. - Курск, 2021. -15 с. - Библиогр.: с. 15.

**В** работе рассматриваются методы финансовой математики и вычислений. Изложены краткие теоретические сведения, приведены примеры решения задач финансовой математики, а также задания для самостоятельного решения.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать 14.12.2021). Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 3,4 п.л. Уч.-изд. л. 3,1 . Тираж 100 экз. Заказ1722. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа №1. Продукционные правила .....	4
Практическая работа №2. Представление нечётких и неточных знаний.....	7
Практическая работа №3 Методика построения и архитектура экспертных систем .....	10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ: .....	15

## Практическая работа №1. Продукционные правила

Представление знаний с помощью правил продукции – самая распространенная форма реализации БЗ. С помощью продукции можно описать практически любую систему знаний.

Правила продукций представлены в виде импликации:

$$p_i : s_i \rightarrow d_i,$$

где  $p_i$  - правило продукции,

$s_i$  - условие применения правила,

$d_i$  - результат применения правила.

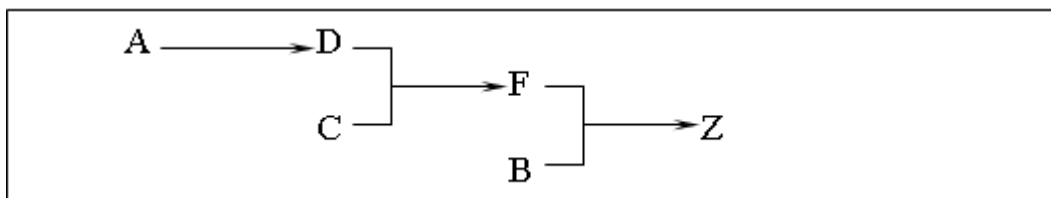


Рис.5. Пример использования правил продукции:

1. Если есть цены на выпускаемые изделия (A) - завод отпускает продукцию (D).
2. Если завод выпускает продукцию и выполняет план по ее реализации (C) - рабочие получают премию (F).
3. Если рабочие получают премию и растет производительность производства (B)- завод производит продукцию сверх плана (Z).

Рассмотрим цепочки выводов.

Прямой способ рассуждения.

По известным фактам отыскивается заключение, которое следует из этих фактов и накапливается рабочая память.

Это приводит к выполнению 2 правила.

$C \& D \rightarrow F$ , и факт «F» помещается в рабочую память. Тогда опять проверяются правила из базы. Первое правило выполняется  $F \& B \rightarrow Z$ , вследствие этого Z заносится в рабочую память. А так как Z является целью, то поиск заканчивается. Этот метод называется прямой цепочкой рассуждений, поскольку поиск новой информации происходит в направлении стрелок, разделяющих левые и правые части правил.

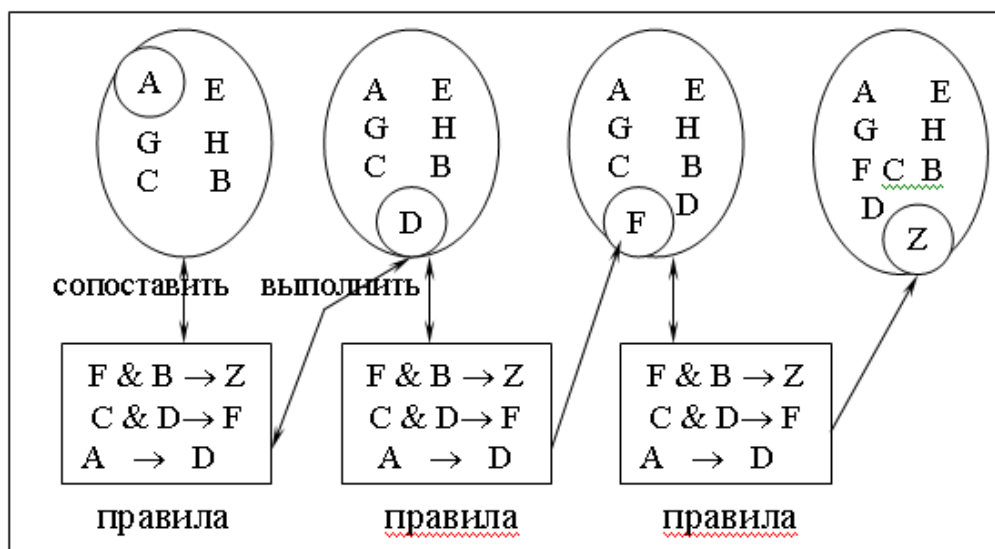


Рис.6. Пример реализации прямой цепочки рассуждений

**Обобщённый алгоритм работы системы, реализующий прямую цепочку рассуждений, можно свести к следующему:**

1. Определить исходное состояние.
2. Занести переменную условия в очередь переменных логического вывода, а её значение - в список переменных.
3. Просмотреть список переменных и найти ту переменную, имя которой стоит в начале очереди переменных логического вывода. Если переменная найдена, записать в указатель переменных условия номер правила и число 1. Если переменная не найдена, перейти к шагу 6.
4. Присвоить значения не проинициализированным переменным условной части найденного правила (если такие есть). Имена переменных содержатся в списке переменных условия. Проверить все условия правила и в случае их истинности обратиться к части ТО правила.
5. Присвоить значение переменной, входящей в часть ТО правила, и поместить её в конец очереди переменных логического вывода.
6. Удалить переменную, стоящую в начале очереди переменных логического вывода, если она больше не встречается в условной части какого-либо правила.

Закончить процесс рассуждений, как только опустеет очередь переменных логического вывода. Если же в очереди ещё есть переменные, вернуться к шагу 3.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретическую часть по приведенным выше данным и дополнительной литературе.

2. Просмотреть демонстрационный пример.
3. Получить у преподавателя вариант задания для выполнения.
4. Построить прямую цепочку рассуждений
5. Реализовать программу для прямой цепочки рассуждений

### **Варианты заданий**

Реализовать прямую цепочку рассуждений для следующих задач:

1. прогнозирование неисправностей электронной аппаратуры
2. прогнозирование неисправностей автомобиля
3. прогнозирование заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
  - a. спортивных мероприятий
  - b. телепередач
  - c. природных катаклизмови т.п.
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)
  - a. помощник заведующего склада
  - b. помощник аптекаря
  - c. помощник оператора справочной службы
  - d. выбор должности
  - e. проведение отпускаи т.п.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое правила продукции и в чем их сущность?
2. В чем отличие прямой цепочки рассуждений от обратной цепочки рассуждений?
3. Из каких частей состоит производственная система?
4. Значение и применение частей производственной системы для представления знаний?

## Практическая работа №2. Представление нечётких и неточных знаний

Не всегда можно описать событие с помощью точно определенных правил. Люди не всегда могут ответить на вопросы точно. Можно ли узнать, какая у человека температура, если он говорит, что слегка заболел? Скорее всего нет! Такие слова, как «высокий», «горячий» и «легкий», «растет» или «падает», представляют собой *лингвистические переменные*, которые нельзя определить одним значением. Использование этих понятий при формировании правил называется *нечеткой логикой*.

Понятие «падает» - также *лингвистическая переменная*, используемая в правилах, описывающих фондовую биржу. Применяя *лингвистические переменные* можно вычислить значения некоторых вероятностей, не обременяя пользователя лишними вопросами. Для этого необходимо конкретизировать *лингвистические переменные*. Пользователю экспертной системы нужно позволить добавлять к этим переменным определения, например, «маленький» или «средний». Пользователь может задать маленькое повышение курса доллара, и экспертная система должна точно знать, что под этим подразумевается.

КУ используется в области математики, называемой *нечеткой логикой*. КУ может иметь значение от  $-1$  до  $1$ . Отрицательное значение КУ показывает степень уверенности в том, что правило не верно, а положительное значение – что верно. Правила, для которых  $KU = -1$ , рассматривать нет смысла.

Прежде всего сформулируем общие принципы вычисления КУ правила:

1. Выбрать максимальное значение КУ из КУ для условий правила, разделенных логическим оператором И.
2. Если в правиле есть оператор ИЛИ, выбрать максимальное значение из КУ для всех условий правила, разделенных оператором И для всех условий, связанных оператором ИЛИ.
3. Умножить выбранный КУ на КУ правила.
4. Если существует несколько правил с одинаковым логическим выводом, выбрать из всех полученных КУ максимальный.

Во многих случаях изначально заданы граничные значения коэффициента уверенности. Логический вывод считается верным только в том случае, если его КУ превышает заранее заданные граничные значения.

Работа с базой знаний продолжается до тех пор, пока значение коэффициента уверенности логического вывода больше граничного значения. В процессе работы выполняются определенные вычисления.

Предположим, для частного логического вывода КУ равно 0,4. Это значение запоминается. Затем оно сравнивается с граничным значением КУ (допустим, что оно равно 0,8). Запомненное значение оказалось меньше граничного, и, значит, работа с базой знаний продолжается. Если при работе с базой знаний встретился тот же самый логический вывод, КУ для нового правила умножается на 1 минус значение запомненного ранее КУ и результат прибавляется к запомненному ранее КУ. Значение КУ, равное 1, свидетельствует об абсолютной уверенности в правильности вывода. Затем вновь запомненное значение КУ сравнивается с граничным и если оно больше, выполняется логический вывод, в противном случае, работа с базой знаний продолжается. Вышесказанное можно записать с помощью равенства:

$$\text{Запомненный КУ} = \text{Ранее запомненный КУ} + (1 - \text{Ранее запомненный КУ}) * \text{КУ нового правила}$$

### **Например:**

Граничное значение КУ = 0,8

Правило: ЕСЛИ А, ТО В (КУ=0,6)

Запомненный КУ: 0,6

Новое правило: ЕСЛИ С, ТО В (КУ=0,7)

Запомненный КУ=0,6+ (1-0,6)\*0,7=0,88 (граничные значения превышены, и выполняется вывод).

## **2. Порядок выполнения работы :**

1. Для выбранного варианта написать правила, используя коэффициенты уверенности
2. Реализовать «дружественный интерфейс» пользователя;
3. Организовать вывод информации пользователю;
4. Описать программное обеспечение реализации задачи.

## **3. Варианты заданий**

Описать правила и реализовать программный код, используя теорию нечеткой логики для следующих задач:



1. диагностика неисправностей электронной аппаратуры
2. диагностика неисправностей автомобиля
3. диагностика заболеваний (по выбору)
4. прогнозирование (по выбору)
  - a. спортивных мероприятий
  - b. телепередач
  - c. природных катаклизмов
  - и т.п.
5. классификация объектов (по выбору)
6. задачи информационно-советующего характера (по выбору)
  - a. помощник заведующего склада
  - b. помощник аптекаря
  - c. помощник оператора справочной службы
  - d. выбор должности
  - e. проведение отпуска
  - и т.п.

#### **4. Контрольные вопросы**

1. Какие переменные называются лингвистическими?
2. В каких случаях используются КУ?
3. В каких пределах изменяется КУ?
4. В чём отличие создания правил при использовании КУ?

# Практическая работа №3 Методика построения и архитектура экспертных систем

## Краткие теоретические сведения

Под **экспертной системой (ЭС)** понимают набор программ, выполняющий функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области. ЭС выдают советы, проводят анализ, дают консультации, ставят диагноз.

Главным достоинством ЭС, определяющим сравнительно высокий интерес к ним как к методам искусственного интеллекта, является возможность накопления знаний и сохранение их длительное время. В отличие от человека к любой информации ЭС подходят объективно, что улучшает качество проводимой экспертизы. При решении задач, требующих обработки большого объема знаний, возможность возникновения ошибки при переборе очень мала.

Структура традиционной **статической** ЭС включает следующие основные компоненты /1/ (рисунок 1):

- решатель (интерпретатор),
- рабочую память,
- базу знаний,
- компонент приобретения знаний,
- объяснительный компонент,
- диалоговый компонент.

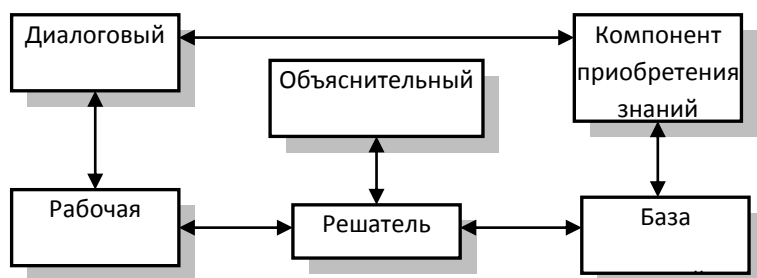


Рисунок 1 – Структура ЭС

В **базе знаний** содержатся факты, на основе которых производится выработка решения. **Решатель** – алгоритм, программа, набор правил, по которым осуществляется решение задачи. Процесс рассуждений реализуется на основе базы знаний и рабочей памяти. Решатель выполняет две функции: во-первых, просмотр существующих фактов из рабочей памяти и правил из базы знаний и добавление (по мере возможности) в рабочую память новых фактов и, во-вторых, определение порядка просмотра и применения правил. Одним из распространенных алгоритмов решателя является **байесовский алгоритм**, описанный в подразд. 3.2. На **диалоговый компонент** возложена задача ведения диалога о решаемой задаче на языке пользователя (эксперта). **Компонент приобретения знаний** как программный модуль может в ЭС отсутствовать. Его задача – приобретать в ходе диалога новые знания. Наличие **объяснительного компонента** дает ЭС способность при решении задачи следовать линии рассуждений, понятной пользователю (эксперту), и объяснять ход рассуждений.

### **Задание, порядок выполнения работы и содержание отчета**

Работа выполняется в два этапа. При выполнении первого этапа лабораторной работы используется программа **Mini Expert System** («Малая экспертная система» вер. 1.0), описание работы с которой приведено ниже. Для второго этапа работы используется расширение **Fuzzy Logic Toolbox** пакета **MATLAB**.

Общее задание на лабораторную работу:

**1 этап.** В соответствии с вариантом составить список вопросов, необходимых для получения определенного решения и список вариантов ответов. Списки оформить в виде текстового файла с расширением .DAT (см. примеры из программы Mini Expert System).

Отладить экспертную систему, проверить ее работоспособность на примерах.

**2 этап.** Разработать экспертную систему оценки знаний экзаменуемого в соответствии с заданием. Для работы использовать расширение **Fuzzy Logic Toolbox** пакета **MATLAB** (описание приводится).

Содержание отчета по **первому этапу** работы:

- задание,
- списки вопросов и вариантов ответов (распечатка .DAT-файла),
- протоколы проверки работоспособности на примерах.

Содержание отчета по **второму этапу** работы:

- задание,
- производственные правила разработанной экспертной системы,
- тип и интервалы определенности функций принадлежности входных и выходной переменной;
- протоколы проверки работоспособности на примерах.

Варианты заданий **на первый этап** работы:

Вариант 1. Идентификация типа транспортного средства (велосипед, мотоцикл, мотороллер, телега, карета, автобус, грузовик, легковые: пикап, седан, хэтчбек, кабриолет...).

Вариант 2. Проведение летнего отдыха (дома, в саду, в пешем походе, в местном санатории, на Черном море, на Средиземном море, в круизе на теплоходе, на горном курорте, в африканских странах и т.д.).

Вариант 3. Выбор принтера (или к.-л. другой техники по выбору) для покупки (матричного, струйного, лазерного).

Вариант 4. Где поужинать вечером? (дома, у друзей, в столовой, в кафе, в ресторане, в клубе).

Вариант 5. Выбор телевизора для дома (диагональ, тип, цена, марка и т.д.).

Вариант 6. Покупка квартиры в г. Уфе (цена, площадь, престижность района, экологическая ситуация в районе, транспорт, тип дома и т.д.).

Вариант 7. Идентификация заглавных букв греческого алфавита.

Вариант 8. Идентификация садовых растений (огурцы, томаты, лук, яблоня, вишня, смородина, крыжовник и т.д.).

Задание на **второй** этап работы.

Разработать экспертную систему оценки знаний по результатам ответа на экзаменационный билет. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. При неудовлетворительной оценке за практическое задание общая оценка за экзамен признается неудовлетворительной. Знания по каждому вопросу билета и на весь билет оцениваются по 4-бальной шкале – неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично.

### **Продукционная экспертная система в среде MATLAB**

Перед началом разработки экспертной системы с использованием инструментальных средств **MATLAB** необходимо разработать продукционную систему (продукционные правила), которые будут использоваться при выводе. Правила имеют следующую структуру:

ЕСЛИ (1 воп. – хор) и (2 воп. – хор) и (3 воп. –хор), ТО (оцен. – хор.);

ЕСЛИ (1 воп.–хор) и (2 воп. –хор) и (3 воп.–неуд.), ТО (оцен. – неуд.);

ЕСЛИ (1 воп.–отл.) и (2 воп.–отл.) и (3 воп.–уд.), ТО (оцен. – хор.);

и т. д.

Вывод каждого правила определяется субъективными представлениями эксперта.

Разрабатываемая экспертная система оценки ответа на экзаменационный билет в среде расширения **Fuzzy Logic Toolbox** пакета **MATLAB** использует в своем выводе элементы теории нечетких множеств.

Редактор **Fuzzy Logic Toolbox** запускается командой **fuzzy** из командной строки пакета **MATLAB**. Новая система с выводами по Мамдани задается командой *File/New FIS/Mamdani*.

По заданию оценивается билет из трех вопросов, поэтому на входе системы должны быть заданы три входа. Входы добавляются последовательно (*Edit/Add Variable.../Input*) после конфигурирования каждого предыдущего входа. Конфигурирование заключается в определении функции степени принадлежности, назначении интервалов определенности и названия.

В рассматриваемой задаче диапазон изменения входной переменной (поле *Range*, окно *Member Function Editor*) назначается от 0 до 5. Всего задаются 4 функции принадлежности. Каждой функции определяется название – n (неуд.), ud (удовл.), hor (хор.), ot (отл.). Тип функции принадлежности – трапецевидная (trpmf), с границами, например, как на рисунке 3. (можно задаться другим видом функции степени принадлежности).

Аналогично определяется выходная переменная. Вход в режим редактирования входной переменной производится двойным нажатием левой клавиши мыши. Добавление функции принадлежности – *Edit/Add MFs...*

Для наполнения базы знаний входят в режим ввода правил (*Edit/Rules*). Разработанные продукционные правила последовательно вводятся (*Add rule*) в систему вывода.

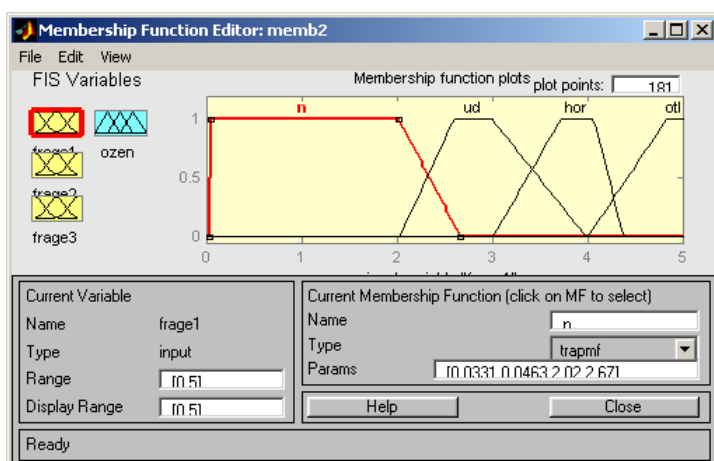


Рисунок 3 – Формы функций степени принадлежности

Для работы с созданной экспертной системой нужно из окна редактора правил (*Rule Editor*) перейти в окно вывода (*Rule Viewer*) *View/Rules*. Входными переменными является оценка за ответ каждого вопроса по 5-бальной шкале. Значения входных переменных вводятся в поле *Input*. Общая оценка ответа согласно вывода выводится в верхней части экране (синим цветом).

## **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое экспертная система?
- 2 Как функционирует экспертная система? Какие функции выполняет каждый элемент системы?
- 3 К какому типу относятся ядра продукций в разработанной Вами ЭС?
- 4 Приведите пример одного продукционного правила, соответствующего разработанной базе знаний.
- 5 Как осуществляется приобретение знаний в разработанной ЭС?
- 6 В чем отличие однозначных и альтернативных продукционных правил?
- 7 В чем достоинства и недостатки представления знаний в виде продукционных систем?

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Автоматизированные информационные системы и интеллектуальные технологии [Текст] : учебное пособие / Е. А. Титенко [и др.] ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет". - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 133с.

2. Рыбина, Г. В. Основы построения интеллектуальных систем [Электронный ресурс] / Г.В. Рыбина. - М. : Финансы и статистика : Инфра-М, 2010. - 432 с.

3. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2006. - 1408 с.

4. Советов, Б. Я. Представление знаний в информационных системах [Текст] : учебник / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 144 с. : ил. - (Бакалавриат).

5. Сидоркина, И. Г. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учебное пособие / И. Г. Сидоркина. - Москва : КНОРУС, 2016. - 246 с.