

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической  
кибернетики и компьютерных наук

**ПРОДУКЦИОННАЯ МОДЕЛЬ И МЕХАНИЗМ ВЫВОДА**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 411 группы  
направления 02.03.02 — Фундаментальная информатика и информационные  
технологии  
факультета КНиИТ  
Гильманова Дамира Салаватовича

Научный руководитель  
доцент, к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

А. С. Иванов

Заведующий кафедрой  
к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

С. В. Миронов

Саратов 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....         | 3  |
| ВВЕДЕНИЕ .....                         | 4  |
| 1 Основное содержание работы .....     | 6  |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                       | 13 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ..... | 14 |

## **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

БД — База данных

БЗ — База знаний

ЕЯ — Естественный язык

ИИ — Искусственный интеллект

МПрО — Модель предметной области

ПрО — Предметная область

СИИ — Система искусственного интеллекта

СОЗ — Система, основанная на знаниях

ЭС — Экспертная система

ЯПЗ — Язык представления знаний

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** В настоящее время экспертные системы являются активно используемым направлением искусственного интеллекта. Многие промышленные системы снабжаются модулями - «интеллектуальными помощниками».

Экспертные системы — это программные комплексы, аккумулирующие опыт (знания) специалистов в некоторой конкретной предметной области (Про) с целью его тиражирования для консультаций менее квалифицированных пользователей [1].

Экспертные системы являются наиболее распространенным классом интеллектуальных систем. В них рассматриваются задачи, не имеющие удовлетворительного алгоритмического решения, поэтому для достижения приемлемого решения используется логический вывод. Основной частью (ядром) являются база знаний и механизм вывода.

Стиль программирования ЭС не похож на стиль традиционного программирования с использованием алгоритмических языков.

При проектировании ЭС важным является исследование методов и моделей извлечения знаний для дальнейшего их использования при построении систем искусственного интеллекта, а также использование данных методов для решения сложных проблем при организации и структурировании больших объемов информации и их выделении, концентрации. Демонстрируется реализация ЭС на базе продукционных правил.

**Цели и задачи.** Целью дипломной работы является рассмотрение продукционной модели знаний и разбор механизма логического вывода на основе прямой и обратной цепочек рассуждений. Реализация простой традиционной статической продукционной поверхностной ЭС. Консультирующая ЭС предназначена для получения информации о славянских народах.

Для решения этой задачи необходимо:

1. написать продукционную базу знаний в соответствии с синтаксисом естественного языка;
2. рассматриваем работу логического вывода на прямой и обратной цепочек рассуждения;
3. изучаем механизм работы блока объяснений, необходимый как для разработчика, так и для пользователя;
4. исследуем все возможности работы с системой оболочкой expert.

**Краткая характеристика материалов исследования.** Рассматриваются основные понятия и определения направления искусственного интеллекта экспертных систем. Рассматривается структурная схема компонент архитектуры экспертной системы. Демонстрируется продукционная модель представления знаний и механизм работы логического вывода на прямой и обратной цепочках рассуждений. Необходимо разработать продукционную базу знаний на естественном языке, в соответствии с синтаксисом описания модели знаний. Демонстрируется работа программного продукта expert, проверяется работа всех компонент экспертной системы, построенной на продукционной системе знаний и делаются соответствующие выводы.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке экспертной системы на базе продукционных правил. Одной из традиционных моделей представления знаний.

В настоящее время существует множество моделей такие как семантические сети, фреймы, объектно-ориентированные языки.

**Структура работы.** Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и трёх приложений.

В первой главе описывается архитектура экспертной системы, её основные компоненты, механизм работы интерпретатора.

Вторая глава посвящена составу продукционной модели представления знаний, приводится механизм логического вывода, описываются два способа логического вывода: прямая и обратная цепочки рассуждений.

Третья глава демонстрирует практическую часть разработки экспертной системы. Показана работа экспертной системы как на этапе добавления, выбора и проверки базы знаний, так и приводится реализация механизма логического вывода на основе прямой и обратной цепочек рассуждений.

В заключении подводятся итоги дипломной работы и излагаются современные перспективы исследований в области искусственного интеллекта и экспертных систем.

Список использованных источников состоит из четырех пунктов. В работе присутствуют ссылки на все приведенные источники.

В приложении приведены листинги работы модулей поиска в ширину, поиска в глубину, рассмотрен исходный код базы знаний экспертной системы.

## 1 Основное содержание работы

Глава 1 «Архитектура ЭС» содержит в себе определение архитектуры ЭС, ее основных блоков, работа интерпретатора

Любая экспертная система включает обязательные, основные компоненты, среди которых можно выделить (см. рисунки 1, 2):

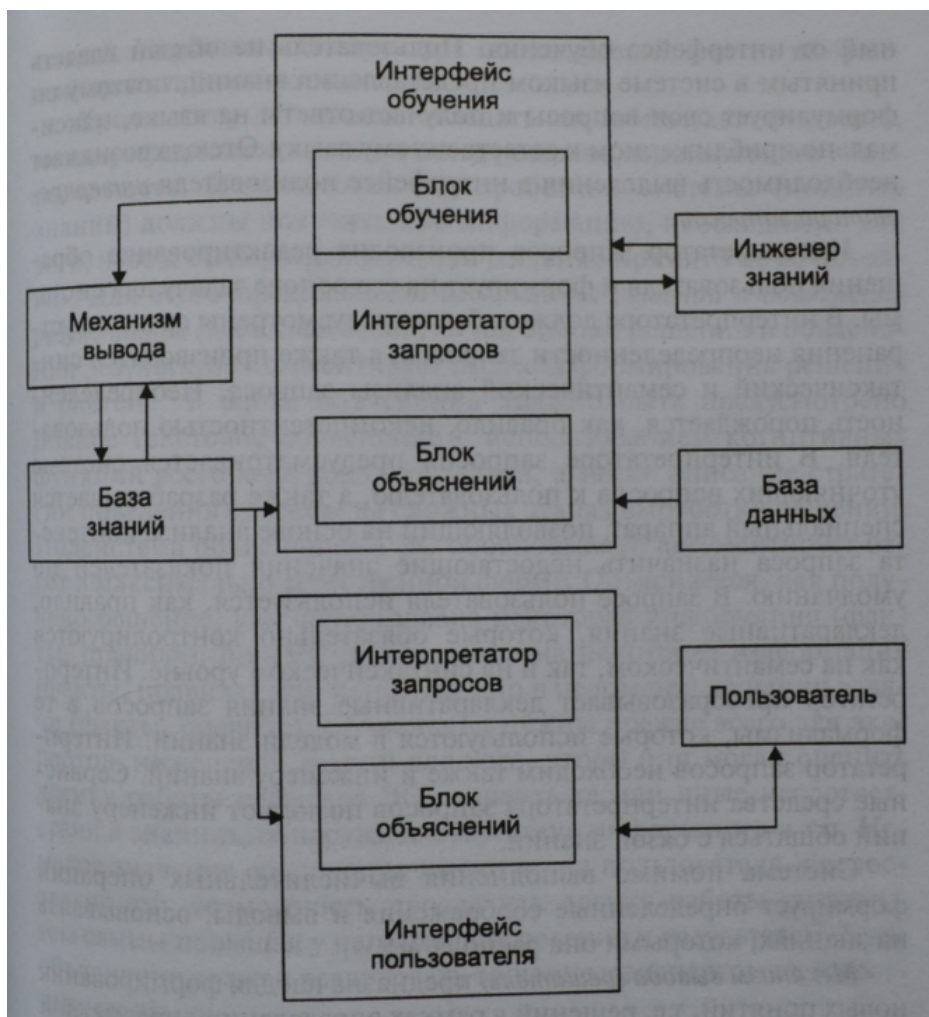


Рисунок 1 – Структурная схема основных компонентов экспертной системы

- интерфейс пользователя (интерпретатор запросов, блок объяснений) — комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов; пользователи получают ответы на свои запросы;
- интерфейс обучения (блок обучения, интерпретатор запросов, блок объяснений) — вводятся, обновляются и дополняются знания; используется инженером по знаниям;

Данные интерфейсы различны и выполняют свойственные только им задачи.

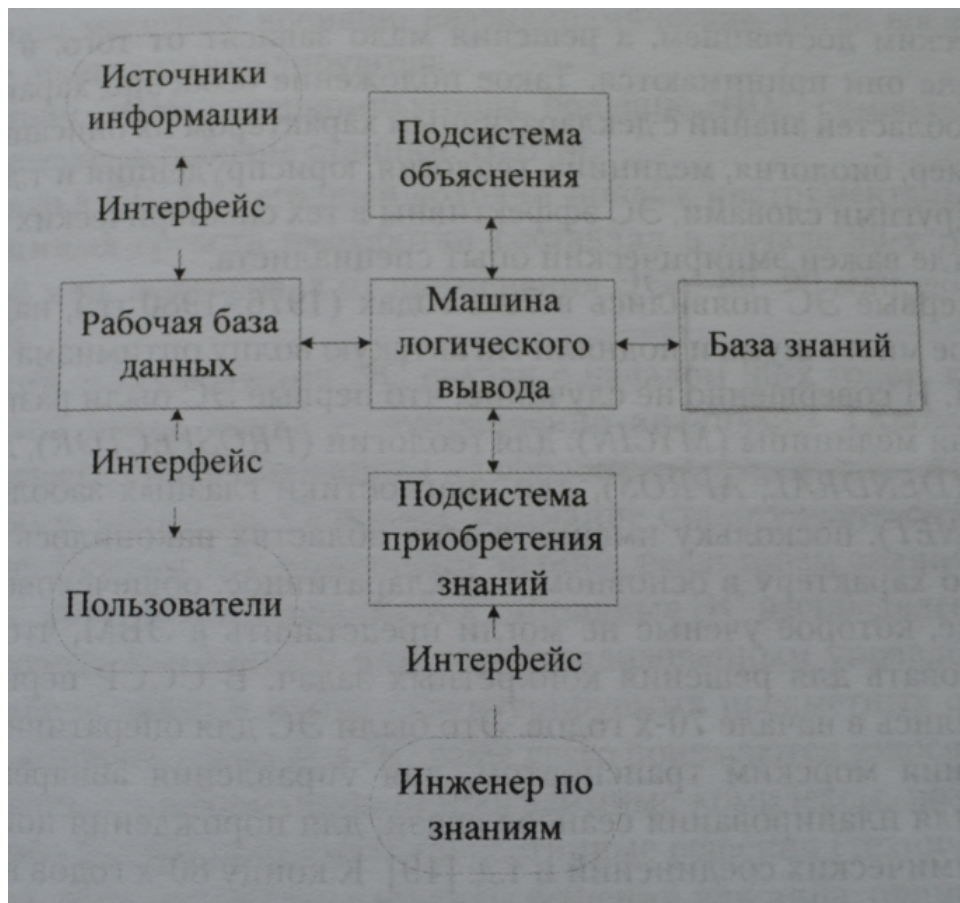


Рисунок 2 – Архитектура экспертной системы

- базу знаний — ядро ЭС, совокупность знаний (правил-продукций) предметной области, записанная на машинный носитель на языке представления знаний;
- Выделяют факты и правила. Факты — статические сведения о предметной области. Правила — набор инструкций, применяя которые к известным фактам можно получать новые факты.
- механизм вывода (решатель, интерпретатор правил) — программа, моделирующая ход рассуждений (интерпретации правил) эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ (вывод новых знаний на основе имеющихся знаний в БЗ);
- базу данных — в ней описываются различные данные о предметной области, которая также как и БЗ подается на вход интерфейсу обучения. Представленная структура компонент экспертной системы является минимальной, что означает обязательное присутствие указанных на ней блоков. Промышленные ЭС существенно сложнее и в нее включаются дополнительно: пакеты прикладных программ, интерфейсы обмена

данными с этими пакетами и другие интегрируемые блоки.

Глава 2 «Продукционная модель представления знаний» содержит в себе описание модели, а также организацию вывода на основе прямой и обратной цепочек рассуждений.

Термин «продукция» был введен американским логиком Е. Постом в 40-х годах.

Продукционная модель — это модель, основанная на правилах, позволяет представлять знания в виде предложений типа: «Если (условие), то (действие), иначе (действие)».

Совокупность правил (процедур) составляет систему продукций.

Идея продукция нашла применение сначала в логическом программировании, а затем и в ЭС.

Условие (антецедент, посылка) — это предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе данных. Состоит из элементарных предложений, соединенных логическими связками «и», «или».

Действие (консеквент, следствие, заключение) — это действия (операторы), выполняемые при успешном исходе поиска [2]. В том случае, если такого факта в БЗ не существует, то выводится сообщение о неполноте БЗ или сообщение о том, что такой факт отсутствует.

Процесс сопоставления с фактами частей правил «если» может породить то, что называется цепочкой выводов. Существуют два важных способа использования правил в продукционной системе: обратная и прямая цепочка рассуждений.

Вывод можно представить в виде графа, начальные вершины которого соответствуют описанию исходной ситуации (исходные посылки), ребра — применение продукций, а пути из заданной вершины в другие — возможные выводы данного следствия.

Структура правила при нескольких условиях и одном заключении приведена на рисунке 3:

Древовидные структуры позволяют отслеживать, что все возможные варианты значений учтены в правилах, их быстрее построить и легче поддерживать, чем отдельные правила.

Вывод на основе данных — процесс решения задачи начинается с исходных фактов. Затем применяя допустимые правила, осуществляется переход к



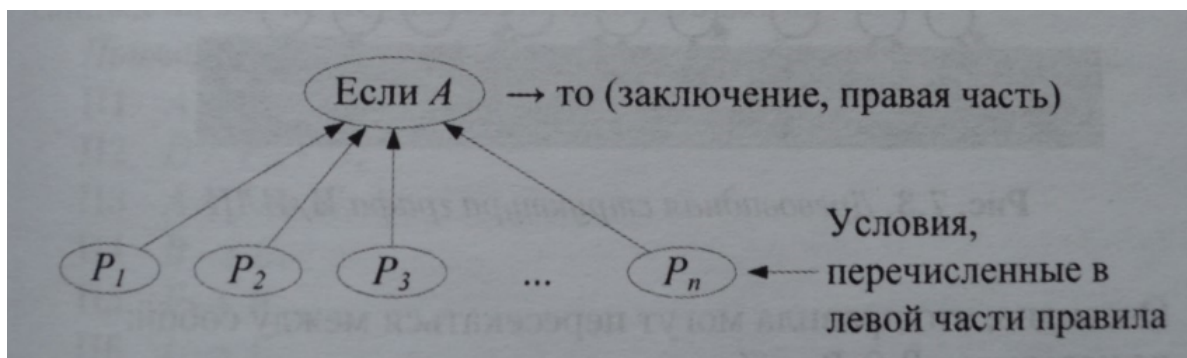


Рисунок 3 – Структура правила

новым фактам. И так до тех пор, пока цель не будет достигнута. Этот процесс называют прямой цепочкой вывода.

Начинает работу от известных фактов. Затем происходит обращение к базе знаний, чтобы идентифицировать правила, которые соответствуют фактам и могут внести в рабочую память новые факты. Процесс продолжается до тех пор, пока цель не будет достигнута или больше не будет обнаружено новых фактов [3].

Вывод от цели — начинается от одной из допустимых целей, и рассматриваются пути, ведущие к достижению этой цели. Таким образом, определяется последовательность правил, позволяющих найти решение. Процесс повторяется для всех заданных в задаче целей. Такой способ поиска называют обратной цепочкой вывода.

Вначале ищут совпадения имени цели с частью «то» какого-либо правила. Соответствующая ей часть «если» определяет условие, по которому ищут совпадения с частью «то» другого правила.

Представляет собой стратегию, при которой программа просматривает все правила, но выбирает те, последовательность выполнения которых позволяет достичь цели. Для каждого из этих правил проверяется, соответствуют ли первые операнды (предпосылки) информации в рабочей памяти. Если все предпосылки удовлетворяют этому условию, правило выполняется и задача решается. Процесс выполняется рекурсивно [4].

Глава 3 «Практическая часть разработки экспертной системы» содержит в себе реализацию ЭС, представление БЗ, демонстрацию работы прямого и обратного выводов.

Разворачиваем исходную базу знаний в системе-оболочке:

При правильном заполнении ответов на вопросы, согласно правилам,

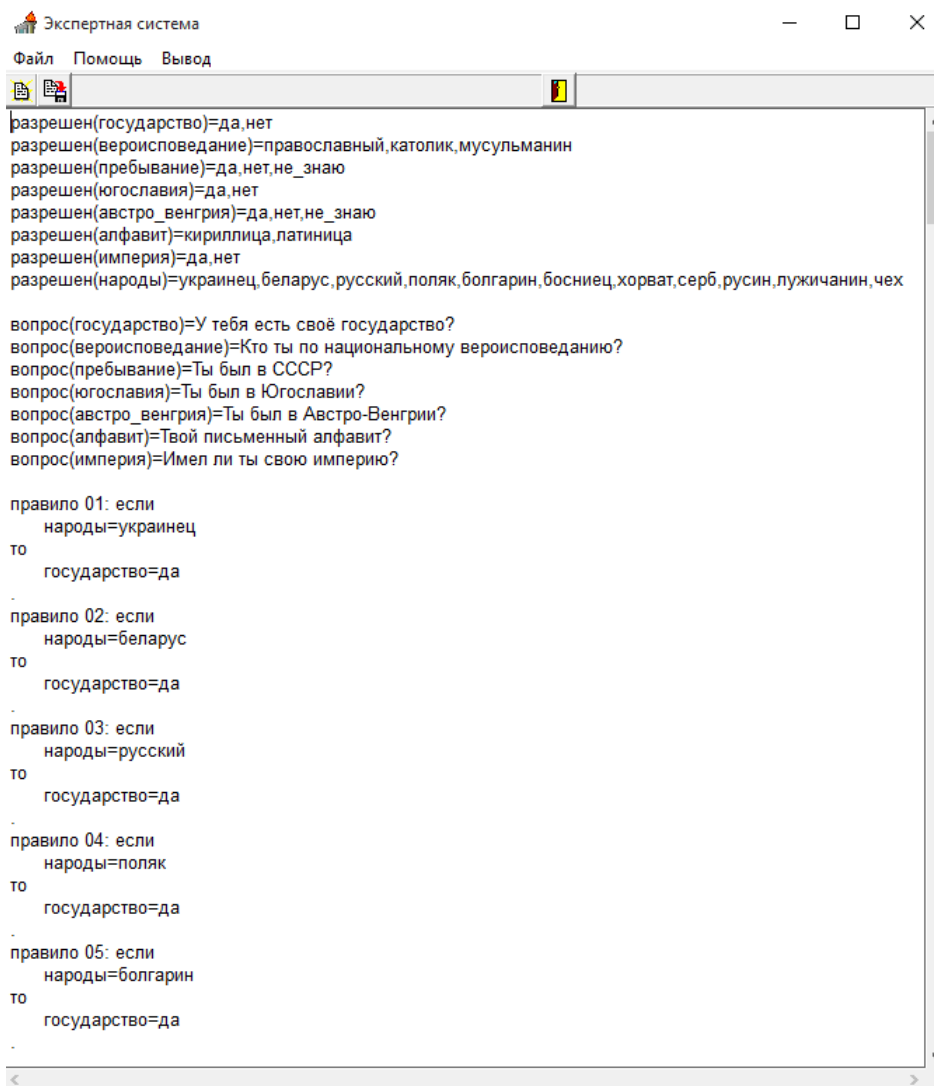


Рисунок 4 – Открытая база знаний в системе-оболочке

заданным в базе знаний из текстового файла появляется окно «Результат консультации», в котором приводятся выводы системы:

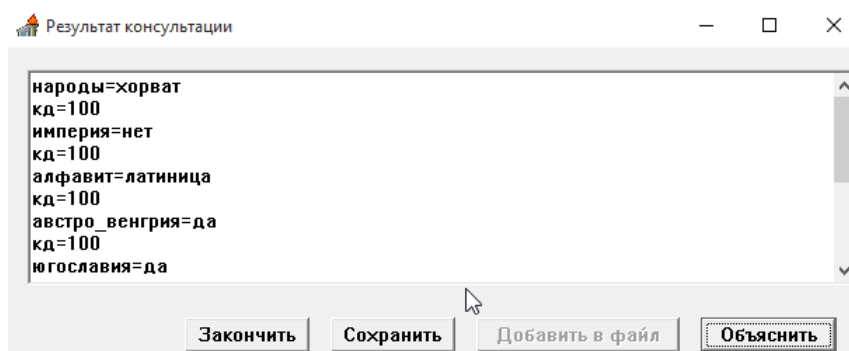


Рисунок 5 – Результат консультации

Появится окно «Объяснение результата», согласно запросам пользователя:

Выбираем цель:

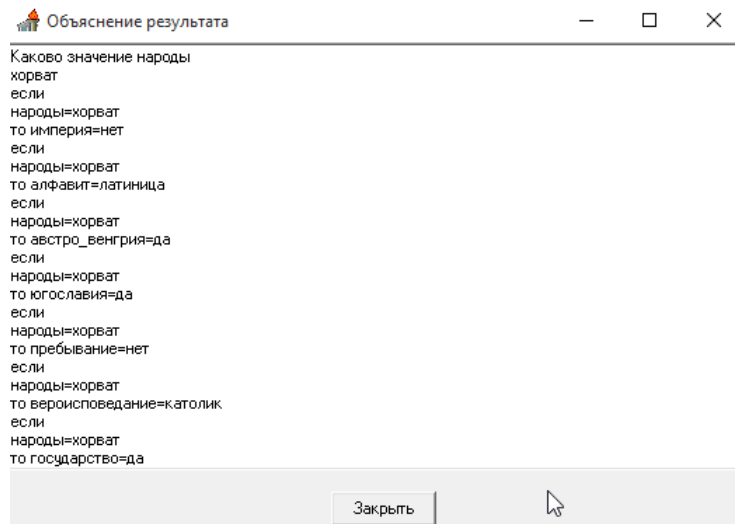


Рисунок 6 – Объяснение результата

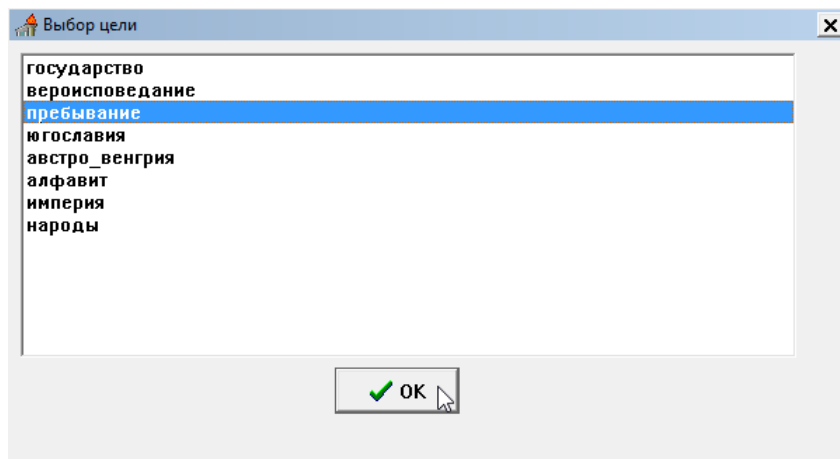


Рисунок 7 – Выбор цели

Выбираем нужный народ:

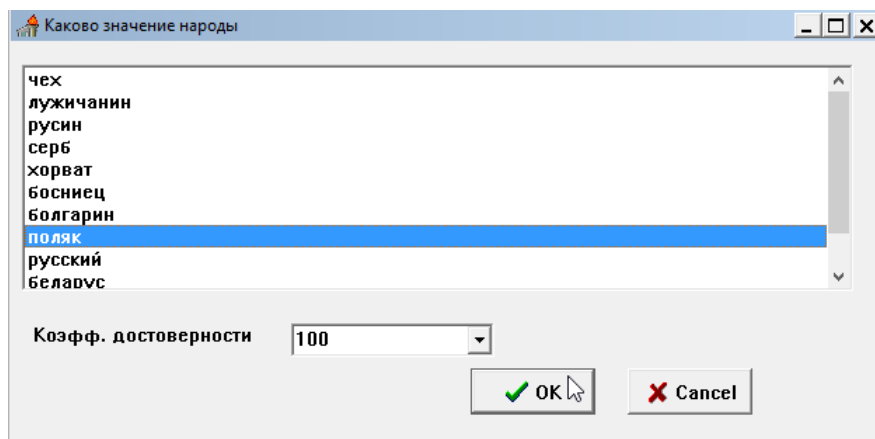


Рисунок 8 – Выбор значения из БЗ

Выводится на экран окно консультации:

Объяснение результата:

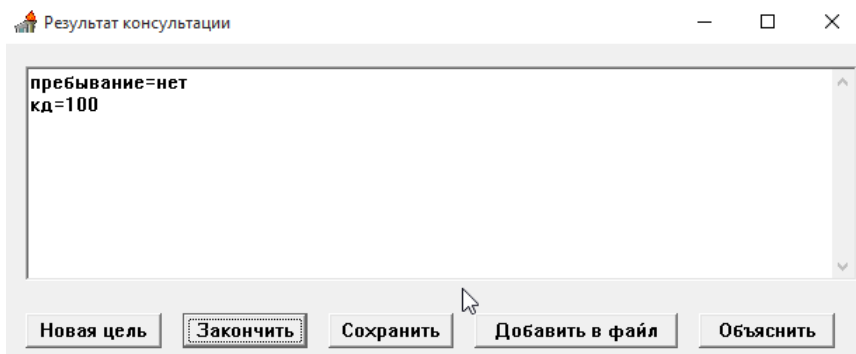


Рисунок 9 – Режим консультации

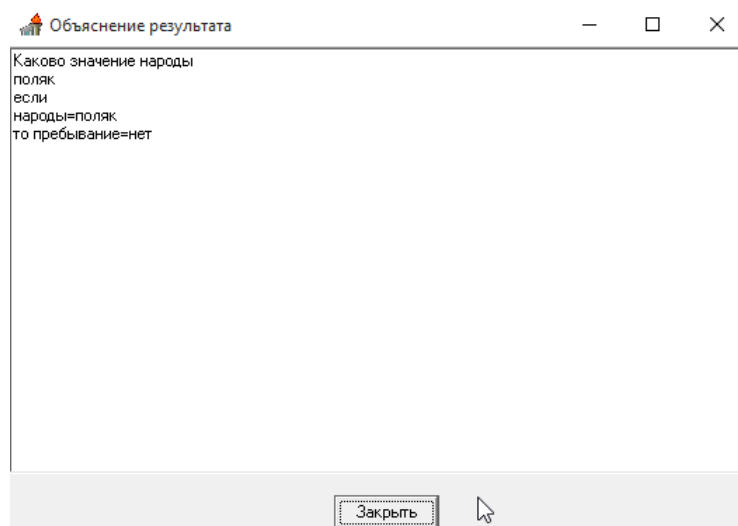


Рисунок 10 – Объяснение результата

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была описана продукционная база знаний, проверена корректность работы механизма логического вывода на основе прямой и обратной цепочек рассуждения, проанализированы все блоки системы оболочки expert в соответствии с архитектурой ЭС.

Помимо рассмотренной традиционного применения продукционных правил в области искусственного интеллекта существуют различные классификации методов поиска, моделей извлечения знаний. Например, динамические интеллектуальные системы, функционирующие в реальном времени. Создаются различные новые перспективные методы, например, метод ситуационного анализа и проектирование модели предметной области (Д.А. Поспелов, Л.С. Болотова), выделяется тип интеллектуальных многоагентных систем, который активно применяется в сферах активности человеческой деятельности. Кроме того, выделилось отдельное направление — машинное обучение.

Перспективный метод ситуационного анализа и проектирования модели предметной области. Актуальные направления информационных технологий и СИИ — искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы.

Сегодня мы являемся свидетелями триумфального шествия по миру интеллектуальных информационных технологий и систем, основанных на идеях искусственного интеллекта — экспертных, мультиагентных, нечетких и других типов. Именно они делают так называемые «цивилизованные страны» практически недостижимыми для других, пока еще развивающихся. Именно они сегодня в мире являются важнейшим источником глобальной власти и материального благополучия.

Искусственный интеллект не стоит на месте, а продолжает развиваться, как в теоретической сфере в виде разработки и формализации моделей и методов, так и в программной, практической их реализации.

В разработках сильного ИИ — создание умных машин, которые копируют поведение человека также проводятся различные исследования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Гаврилова, Т.* Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем / Т. Гаврилова, К. Червинская. — Москва: Радио и связь, 1992.
- 2 *Болотова, Л.* Системы искусственного интеллекта / Л. Болотова. — Москва: Финансы и статистика, 2012.
- 3 *Рыбина, Г.* Основы построения интеллектуальных систем / Г. Рыбина. — Москва: Финансы и статистика, 2010.
- 4 *Матвеев, М.* Модели и методы искусственного интеллекта / М. Матвеев, А. Свиридов, Н. Алейникова. — Москва: Финансы и статистика, 2014.