

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической кибернетики и компьютерных наук

**РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ  
СИСТЕМА»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 02.03.02 — Фундаментальная информатика и информационные  
технологии

факультета КНиИТ

Растегаевой Алины Александровны

Научный руководитель  
профессор, д.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

А. С. Иванов

Заведующий кафедрой  
к. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

С. В. Миронов

Саратов 2022

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, за счет достижений в области искусственного интеллекта создано большое количество научных разработок, которое существенно упрощает жизнь людей. Распознавание речи или отсканированного текста, решение вычислительно сложных задач за короткое время и многое другое - все это стало доступно благодаря развитию искусственного интеллекта. Замена специалиста на системы искусственного интеллекта, в частности на экспертные системы, разумеется, там, где это допустимо, позволяет существенно ускорить и удешевить процесс производства. Системы искусственного интеллекта всегда объективны и результаты их работы не зависят от настроения и других субъективных факторов, которые присущи человеку.

Цель дипломной работы является — разработка приложения, моделирующего работу экспертной систем. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. исследовать информацию об искусственном интеллекте и экспертных системах;
2. разработать алгоритм, позволяющий, благодаря некоторым вопросам, узнать продолжительность жизни человека;
3. разработать программу, реализующую этот алгоритм;
4. разработать модули отвечающие за проверку системы на полноту;
5. разработать модули отвечающие за проверку системы на противоречия;

**Структура и объем работы.** Для решения поставленных задач выполнена выпускная квалификационная работа, которая включает в себя введение, 2 основные главы, заключение, список использованных источников из 21 наименований и 2 приложений. Работа изложена на 76 страницах, содержит 18 рисунков.

Первая глава имеет название «Экспертные системы» и содержит информацию о истории развития интеллектуальных систем, компонентах экспертной системы и основных понятиях связанных с ней, а также о методах и этапах разработки подобных систем и нюансов связанных с ними.

Вторая глава имеет название «Реализация экспертных систем» и содержит информацию об интерфейсе и программной реализации приложения.

Выпускная квалификационная работа заканчивается заключением, списком использованных источников, а также приложениями с кодом А-Б.

## **Основное содержание работы**

**Объект исследования.** Была поставлена задача разработать приложение оболочку для любой возможной экспертной системы.

**Структура экспертной системы.** Экспертные системы модели могут быть реализованы как процедурно, так и декларативно. Их простота и строгая форма послужили основой ряда интересных свойств, что сделало их удобным средством представления знаний. Рядом исследователей отмечалось, что использование продукционных моделей имеет уже само по себе особую психологическую важность, хотя они могут быть с успехом использованы и вне рамок психологического моделирования. Основными компонентами информационной технологии, используемой в экспертной системе являются: интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы. База знаний предназначена для накопления долгосрочных данных, необходимых для описания рассматриваемой области (а не текущих данных), и правила-продукции, описывающих целесообразные преобразования данных этой области [1].

Продукция это правило-продукция, которую можно представить как пару состоящую из ситуации и действия, посылки?заключение, причина/следствие и т. п. Подобного вида правила могут встречаться повсеместно во множестве разнообразных прикладных областях знаний и видах деятельности человека, в нашей повседневной жизни регулярно сталкиваемся с различного вида правилами поведения, дорожного движения и правилами грамматики [2].

Логический вывод решения внутри продукционных систем не отличается комплексностью и реализуется основываясь на процедурах поиска по образцу, описанной выше. Управление выводом в продукционных системах предлагает решение двух вопросов: 1) с чего следует начинать процесс вывода; 2) как поступить, если на некотором шаге вывода возможен выбор различных [3].

**Отличия экспертных систем от обыкновенных программ.** Для того что бы отличаться от обыкновенной программы экспертная система должна обладать несколькими ключевыми особенностями. Во первых ЭС должна обладать компетентностью, в это входят следующие пункты:

- Достигать уровня экспертного решения (иметь необходимый уровень профессионализма в предназначенной для конкретной ЭС предметной

области)

- Быть умелой (уметь быстро и эффективно применять знания избегая ненужных вычислений)
- Иметь адекватную работоспособность (постепенно снижать качество работы приближаясь к границам диапазона компетентности или допустимой надежности )

Во вторых ЭС должна иметь возможность символьных рассуждений, а значит она должна:

- Уметь представлять знания в виде символов
- Иметь возможность переформулировать символьные знания

В третьих для ЭС важно обладать Глубиной, а именно:

- Работать в предназначенной предметной области
- Использовать сложные правила (либо использовать правила со сложной конструкцией либо добиваться схожего эффекта количеством правил)

В четвертых Самосознание:

- Проверять правильность рассуждений
- Уметь обосновать собственные действия [4].

Еще одним важным отличием Экспертных (продукционных систем) от обычных программ является способность к ошибкам. Тогда как обыкновенные программы направлены на достижение истинного результата, экспертные системы по своей сути должны вести себя как настоящие эксперты, значит им должно быть свойственно ошибаться в собственных суждениях [5].

Однако ЭС должна обладать так же рядом преимуществ перед человеком экспертом. Эти преимущества состоят в:

- Интегрируемость. Существующие средства, легко входят в состав других инструментальных средств
- Переносимость и открытость. Заключается в отсутствии предубеждений и устойчивости к помехам
- Непринятие поспешных решений
- Поиск оптимального решения
- Неограниченность базы знаний
- Постоянное хранение данных. В отличие от человека машина не забывает

**Технология разработки экспертных систем.** Технология разработки

таких систем включает в себя несколько этапов.

Первый этап Идентификация, здесь необходимо выполнить следующие:

- Определить цели и задачи разработки
- определить экспертов и тип пользователей

Второй эта концептуализация:

- проводится содержательный анализ предметной области,
- выделяются основные понятия и их взаимосвязи,
- определяются методы решения задач.

Третий Этап формализация:

- выбираются программные средства разработки ЭС,
- определяются способы представления всех видов знаний,
- формализуются основные понятия.

Четвертый этап выполнения, здесь осуществляется наполнение экспертом БЗ, при котором процесс приобретения знаний разделяют:

- на "извлечение" знаний из эксперта,
- на организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу ЭС,
- на представление знаний в виде, понятном для ЭС.

Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе деятельности эксперта.

Пятый этап - тестирования. Эксперт и инженер по знаниям с использованием диалоговых и объяснительных средств проверяют компетентность ЭС. Процесс тестирования продолжается до тех пор, пока эксперт не решит, что система достигла требуемого уровня компетентности [6].

Шестой этап опытной эксплуатации. На нем проверяется пригодность ЭС для конечных пользователей. По результатам этого этапа возможна существенная модернизация ЭС.

Процесс создания ЭС не сводится к строгой последовательности этих этапов, так как в ходе разработки приходится неоднократно возвращаться на более ранние этапы и пересматривать принятые там решения [7].

**Трудности при разработке ЭС** Разработка продукционных (экспертных) систем связана с рядом трудностей и препятствий на пути к достижению цели. Нужно быть в курсе этих препятствий и владеть знаниями о методах их преодоления. В эти проблемы входят такие как:

- Проблема извлечения знаний экспертов. Ни один эксперт не будет просто

так делиться своими экспертными знаниями в оценке некой предметной области. Для этого он должен быть заинтересован в разработке Экспертной Системы или иметь другие источники мотивации.

- Проблема формализации знаний экспертов. Эксперты в некоторой предметной области, не в состоянии просто так формализовать свои знания. Поэтому это бремя ляжет на плечи разработчиков экспертной системы. Так же иногда эксперты выбирают свои ответы чисто интуитивно или группы экспертов могут иметь расходящиеся точки зрения по отдельным вопросам.
- Проблема нехватки времени у эксперта. Эксперт это человек, так что он может быть занят теми или иными делами, поэтому необходимо преждевременно обговаривать объемы затрачиваемого времени экспертом на проект.
- Правила, формализованные экспертом, не дают необходимой точности. Проблему можно избежать, если решать вместе с экспертом реальные задачи. Не надо придумывать «игрушечных» ситуаций или задач. В условиях задач нужно использовать реальные данные, такие как лабораторные данные, отчеты, дневники и другую информацию, взятую из практических задач. Постарайтесь говорить с экспертом на одном языке, используя единую терминологию. Эксперт, как правило, легче понимает правила, записанные на языке, близком к естественному
- Проблема недостатка ресурсов. Персонал, время и технологии являются ресурсами в рамках разработки продукционных систем. Создание подобных систем нередко требует большого объема времени, и обширных команд разработки.
- Неадекватность средств решаемой задаче. Нередко случается такая ситуация, что тяжело представить некую базу знаний на одном из языков программирования. Некоторые из типов задач не могут быть достаточно эффективно реализованы на одном из языков программирования. Необходим тщательный анализ решаемых задач, чтобы определить пригодность предлагаемых инструментальных средств и сделать правильный выбор [5].

**Механизм разрешения конфликтов.** Разрешения конфликтов — одна из важных проблем, связанных с управлением порядком применения правил,

образующих конфликтное множество. Порядок активации продукций из конфликтного множества определяется выбранной стратегией разрешения конфликтов. Как правило множество конфликтных правил представляется в виде упорядоченного списка [5]. При этом конфликтующие правила добавляются с конца этого списка. Простые стратегии разрешения конфликта основаны на том, что выбирается либо первое, либо последнее правило, входящее в список. Другими принципами используемыми для разрешения конфликтов являются принципы стопки книг и наиболее длинного условия. В первом случае ключевой идеей является то, что полезность продукции (замены) оценивается с точки зрения частоты использования конкретной замены. Та что используется чаще - является более полезной. Во втором же случае выбирается та продукция у которой стало истинным более длинное условие [8].

**Пример вывода экспертной системы.** Пусть существует экспертная система для распознавания корректности работы принтера. Для этого в систему необходимо загрузить вопросы и правила.

Вопросы:

- Принтер включается? Да/нет
- Принтер печатает? Да/нет
- Принтер выводит пустые листы? Да/нет
- Есть бумага? Да/нет

Правила:

- Если принтер не включается, то решение=включить в розетку.
- Если принтер включается И принтер не печатает И есть бумага, то решение=подключить к компьютеру.
- Если принтер включается И принтер не печатает И нет бумаги, то решение=вставить бумагу.
- Если принтер включается И принтер печатает И принтер выводит пустые листы, то решение=заправить картридж.
- Если принтер включается И принтер печатает И принтер не выводит пустые листы, то решение=исправлено.

ЭС сначала спрашивает пользователя о деталях проблемы, а затем проходит по правилам, пока в этом есть смысл. Пусть пользователь ответил на 4 вопроса следующим образом: нет, нет, нет, нет.

Тогда, следуя примеру, ЭС будет работать следующим образом:

- 1ое правило срабатывает, пользователь включает принтер в сеть. Начинаем заново.
- 1ое правило не срабатывает, принтер включается.
- 2ое правило не срабатывает, принтер печатает.
- 3ье правило срабатывает, пользователь вставляет бумагу. Начинаем заново.
- 1ое, 2ое, 3ье, 4ое правило не срабатывает.
- 5ое правило срабатывает, все проблемы устранены [9].

### **Главный экран приложения.**

Была создана форма содержащая несколько компонентов и элементов управления, которые позволяют открыть другие окна или перейти к указанному функционалу. На форме содержится несколько контекстных меню. В стартовом окне находится главное меню с такими командами как «Файл», «Помощь» и «Вывод». При нажатии на «Файл» выходит дополнительное меню, в котором есть следующие команды: «открыть», «сохранить», «сохранить как...», «выход». При нажатии на «Помощь» также выходит меню с командами «Помощь», «О программе...». При нажатии на эти кнопки открываются соответствующие им окна. А так же на форме кнопки, «Проверка на полноту» и «Проверка на противоречия».

**Подготовка вывода экспертной системы** Сначала необходимо открыть нужный файл. Для этого выбирается меню файл и спользуется кнопка открыть из контекстного меню «Файл» расположенного на главной форме.

Далее необходимо подготовить к работе базу знаний, представив её в виде предложенной модели. Это делает пункт меню «Вывод» — «Подготовка БЗ».

Пункт меню «Подготовка БЗ», служит для считывания и запоминания вопросов и правил. Затем БЗ проверяет корректность данных, если в файле ошибка, то подготовка не работает и выдаст сообщение о ней иначе выведет сообщение о завершении подготовки. После нажатия на «Вывод» выходит стартовое окно тестирования.

Дальше выходит список вопросов из файла с вариантами ответа и выбором коэффициента достоверности. Коэффициент достоверности показывает, на сколько вы уверены в выборе своего ответа.

После этого можно получить информацию сразу по всем сущностям

базы знаний. Для это сначала выбирается пункт «Вывод» — «Прямой вывод». После этого становится доступным пункт меню «Вывод» — «Консультация».

**Программная реализация вывода.** Подготовка БЗ происходит следующим образом, программа распознает такие команды из файла базы знаний, как «вопрос», «правило» и «то». Если при чтении встречается вопрос, считывается тот параметр, который указан в скобках после этой команды. Затем в нужные векторы записываются параметры и варианты ответа. Если при чтении встречается правило, условия этого правила будут считываются до тех пор, пока в конце строк с этими условиями встречается ключевое слово «ии». После этого в нужные векторы записываются перечисленные условия, а именно параметры и их требуемые значения. Если случилось так что при чтении встречается ключевое слово «то», это означает, что ранее были прочитаны условия какого-то правила, и далее будет идти следствие (оно же результат выполнения этого правила). Оно имеет такой же вид «параметр — значение». Они также будут прочитаны в соответствующие векторы.

Обработка ответов пользователя на тест происходит следующим образом. В случае если какое-либо правило выполняется, ответ фиксируется в базе знаний, а цикл начинается с самого начала. Для этого создан специальный флаг `flag_for_all`, который поднимается только в том случае если выполнилось правило. Если он остался в начальном положении после прохода всего цикла, программа завершается.

**Реализация проверки на противоречия и полноту.** Для проверки полноты был применен следующий алгоритм. Для начала рассчитываются все возможные варианты ответа на вопросы. После этого каждый вариант проверяется следующим образом: если вариант ответа содержит набор значений, который не инициирует выполнение ни одного из правил, тогда такой набор правил считается не полным.

Противоречием считается ситуация при которой некий набор входных данных может дать несколько вариантов ответа по средствам правил. Такая ситуация может произойти если некие правила дающие противоречащий друг другу ответ, могут исполняться вместе. Для предотвращения подобной ситуации необходимо найти такие правила и сообщить о них пользователю.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была собрана и проанализирована информация об экспертных системах, их классификациях и области применения, разработан алгоритм, позволяющий, благодаря некоторым вопросам, узнать продолжительность жизни человека, разработана программа, реализующая этот алгоритм и были разработаны модули отвечающие за проверки системы на полноту и противоречия. Но, несмотря на все вышесказанное, не стоит питать сомнительные иллюзии и надеяться, что в ближайшем будущем труд человека удастся заменить работой искусственного интеллекта. Опыт показывает, что на сегодняшний день системы искусственного интеллекта достигают наилучших результатов, функционируя совместно с человеком. Ведь именно человек, в отличие от искусственного интеллекта, умеет мыслить нестандартно и творчески, что позволяло ему развиваться и идти вперед на протяжении всей его эпохи

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Корнилов, Г. И.* Основы теории систем и системного анализа / Г. И. Корнилов. — М: Высшая школа, 2005.
- 2 *Попов, Э. В.* Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э. В. Попов. — М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 2006.
- 3 *Варламов, О. О.* Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации в самоорганизующихся комплексах оперативной диагностики / О. О. Варламов. — М: МАРТИТ, 2003.
- 4 *Джексон, П.* Введение в экспертные системы. / П. Джексон. — М: дом "Вильямс 2006.
- 5 *Острейковский, В. А.* Информатика. / В. А. Острейковский. — М: Высшая школа, 1999.
- 6 *Корнилов, Г. И.* Основы теории систем и системного анализа / Г. И. Корнилов. — М: Высшая школа, 2005.
- 7 *Долин, Г.* Что такое ЭС / Г. Долин. — М: Компьютер Пресс, 1992.
- 8 *Джарратано, Д.* Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано. — М, 2006.
- 9 *Ломакин, Д. О.* Методы моделирования дорожного движения / Д. О. Ломакин, А. С. Бодров, М. В. Кулев, А. В. Кулев. — 2018. — Т. 4. — С. 194–196.