

И.М.Акилова

РАЗРАБОТКА
ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Амурский государственный университет»

И.М.Акилова

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Методические указания к самостоятельной работе
для студентов очной формы обучения
направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и
технологии»

Благовещенск

2018

ББК 32.813я73
Р17

Разработка экспертных систем: методические указания к самостоятельной работе для студентов очной формы обучения направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / составитель И.М.Акилова - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2018 г. –27 с.

Методические указания к самостоятельной работе для студентов очной формы обучения содержат базовые теоретические и практические сведения, которыми должен владеть студент в области программирования.

В основе методических указаний лежат правила создания экспертных систем.

Пособие рекомендуется студентам направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Рецензент:

Рыженко А.В., доцент, к.т.н., доцент кафедры математического анализа и моделирования ФГБОУ ВО АмГУ.

ВВЕДЕНИЕ

Экспертные системы – это быстро прогрессирующее направление в области искусственного интеллекта. Причиной повышенного интереса к экспертным системам является возможность применения их при решении задач из различных областей человеческой деятельности.

Эти системы представляют собой программы для компьютера, которые могут воспроизводить процесс решения проблемы человеком-экспертом. Существует также мнение, что внедрение машинного интеллекта в производство поможет нам лучше разобраться в нашем собственном.

Язык, на котором описываются экспертные системы, – Пролог. Это язык программирования, приспособленный для автоматизации различных форм логических рассуждений.

Методические указания к самостоятельной работе для студентов очной формы обучения по курсу “Интеллектуальные системы и технологии” составлен для студентов направления подготовки 09.03.02 “Информационные системы и технологии”. Его цель – научить студентов строить математические модели знаний, находить разумные решения недетерминированных неформализуемых задач с использованием баз знаний.

В результате изучения курса студенты должны знать основные модели для автоматизации решения интеллектуальных задач, принципы построения и технологию проектирования экспертных систем. Должны иметь первоначальный опыт разработки экспертных систем.

В методических указаниях рассмотрены краткие теоретические сведения о построении экспертных систем, вопросы организации лабораторных работ, даны конкретные указания по их выполнению.

Каждая лабораторная работа складывается из трех этапов: подготовка, выполнение и оформление отчета о проделанном.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.
**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ,
БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ПРАВИЛАХ.**

Цель

1. Ознакомление с принципами построения экспертных систем.
2. Изучение структуры экспертных систем, базирующихся на правилах.
3. Построение простейшей экспертной системы, базирующейся на правилах.

Общие сведения

Экспертная система - это компьютерная программа, созданная для выполнения тех видов деятельности, которые под силу только человеку-эксперту, – например, проектирования, планирования, постановки диагноза, перевода, реферирования, ревизии, выдачи рекомендаций. Сферы применения экспертных систем – бизнес, проектирование, исследования, управление.

Программы ЭС обычно работают таким способом, который воспринимается как “интеллектуальный”, т. е. они имитируют образ действий человека-эксперта.

Эти программы специфичны, поскольку, как правило, используют механизм автоматического рассуждения (вывода) и так называемые слабые методы – такие как поиск, или эвристика. Они существенно отличаются от точных и хорошо аргументированных алгоритмов и не похожи на математические процедуры большинства традиционных разработок.

Основными компонентами экспертных систем являются:

- база знаний (БЗ), содержащая формализованное описание методов и знаний, привлекаемых при решении задач из области применения экспертных систем;

- механизм вывода (МВ), содержащий формализованное описание правил извлечения знаний из БЗ;

- система пользовательского интерфейса (СПИ), осуществляющая передачу знаний от МВ к пользователю.

В процессе работы экспертной системы (консультации) входные данные сопоставляются с данными из БЗ. Результатом сопоставления является утвердительный или отрицательный ответ. В экспертных системах, базирующихся на правилах, утвердительный ответ является результатом наличия в БЗ соответствующего продукционного правила. Выбор и активизацию продукционного правила реализует интерпретатор МВ. В каждом цикле работы интерпретатора (называемом распознавание – действие) производятся следующие действия:

- образец правила сопоставляется с элементами данных из БЗ;

- если можно активизировать более одного правила, то для выбора правила используется механизм разрешения конфликта (здесь не рассматривается);

- применяется выбранное правило.

Пример реализации экспертной системы выбора породы собаки, базирующейся на правилах, приведен в прил. 1 (LAB01.PRO).

В программу включен дополнительный раздел **database**, содержащий определение предикатов динамической базы данных (БД).

Запись данных в БЗ производится стандартным предикатом

asserta (Факт),

в результате активизации которого указанный в скобках факт будет добавлен в начало БД.

Удаление фактов из БД производится стандартным предикатом

retract (Факт),

в результате активизации которого из БД удаляется первый факт, отождествленный с фактом, указанным в скобках.

При сопоставлении правил с содержимым БД используется стан-

дартная функция отрицания (not), считающаяся выполненной успешно, если заданный в ней атом представляет собой цель, которая не достигается.

Задание к лабораторной работе

1. Провести тестирование программы LABO1.PRO (см. прил. 1).
2. Изменить программу LABO1.PRO так, чтобы перед окончанием работы выводилось содержимое БД, например, путем использования предиката вида


```
wr_bd:- dpositive(P,Q),
write("dpositive(",P,", ",Q,")"), nl,
fail.
```
3. Изменить программу LABO1.PRO так, чтобы она обеспечивала распознавание животных в соответствии с правилами, приведенными в прил. 2.

Порядок выполнения задания

1. Загрузить Турбо- Пролог.
2. Загрузить программу LABO1.PRO и убедиться в правильности ее работы.
3. Внести требуемые изменения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 **РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ, БАЗИРУЮЩИХСЯ НА ЛОГИКЕ**

Цель

1. Изучение структуры экспертных систем, базирующихся на логике.
2. Построение простейшей экспертной системы, базирующейся на логике.

Общие сведения

Структура экспертной системы, базирующейся на логике, аналогична

структуре экспертной системы, базирующейся на правилах - БЗ состоит из утверждений в виде предложений логики предикатов; МВ реализует процесс распознавание – действие; СПИ выполняет те же функции, что и в системах, базирующихся на правилах.

Пример экспертной системы по породам собак, базирующейся на логике, приведен в прил. 1 в виде программы на Турбо-Прологе.

Программа выдает начальное меню, предлагая пользователю выбор между **consultation** (консультацией) и **exit from the system** (выходом из системы). Если пользователь выбирает консультацию, то между пользователем и системой происходит диалог. Затем пользователю сообщается результат. Результатом является либо выбранная порода, либо сообщение **Sorry. I can't help you** (Извините, я не могу вам помочь).

БЗ содержит утверждения логики предикатов, которые представлены либо в форме **rule** (правило), либо в форме **cond** (условие). В форме rule хранятся данные о породе; в форме cond-атрибуты (условия), характеризующие породу. Данные (ответы), получаемые от пользователя, динамически записываются в БД в форме предикатов **yes** (да) и **no**(нет).

МВ организован следующим образом: в результате активизации правила **go** осуществляется просмотр утверждений из БД rule и cond для выяснения существования или отсутствия подходящих значений данных. С этой целью вызывается правило **check** (проверка). Это правило содержит трассу номеров правил, номера условий и классифицированные объекты в БЗ. Оно пытается сопоставить объекты, классифицированные при помощи номеров условий. Если сопоставление происходит, то в программу добавляются сопоставленные значения и продолжается сопоставление с новыми данными, полученными от пользователя. Если сопоставления не происходит, МВ останавливает текущий процесс и выбирает другую трассу. Поиск и сопоставление продолжаются до тех

пор, пока не исчерпаны все возможности. По завершении вывода go через интерфейс передает результаты пользователю.

СПИ состоит из трех частей: в первой содержатся правила для организации меню и уничтожения соответствующего окна после выбора пользователем предлагаемой ему программной функции: либо проведение консультации, либо выход из системы; вторая обеспечивает вывод списка собак и инициализацию процесса поиска и сопоставления по образу; третья запрашивает и получает ответы (yes или no) от пользователя.

Задание к лабораторной работе

1. Провести тестирование программы LABO2.PRO (см. прил. 1).
2. Изменить программу LABO2.PRO так, чтобы она обеспечивала распознавание животных в соответствии с правилами, приведенными в прил. 2.

Порядок выполнения задания

1. Загрузить Турбо- Пролог.
2. Загрузить программу LABO2.PRO и убедиться в правильности её работы.
3. Внести требуемые изменения.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ФРАГМЕНТОВ ЭС

Варианты индивидуальных заданий:

Вариант №1. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки японского легкового автомобиля с учетом субъективных факторов, объективных потребностей и платежеспособности клиента и др.

Вариант №2. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки европейского легкового автомобиля с учетом субъективных факторов, объективных

потребностей и платежеспособности клиента и др.

Вариант №3. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для помощи отвечающему по телефону доверия, когда отвечающий должен определить яд, который мог быть принят звонящим.

Вариант №4. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки европейского грузового автомобиля с учетом субъективных факторов, объективных потребностей и платежеспособности клиента и др.

Вариант №5. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для подбора субоптимальной конфигурации персонального компьютера с учетом субъективных и объективных потребностей заказчика.

Вариант №6. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для подбора субоптимальной конфигурации локальной компьютерной сети с учетом множества эксплуатационных, финансовых и прочих важных критериев.

Вариант №7. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для подбора субоптимальной конфигурации ноутбука с учетом субъективных и объективных потребностей заказчика.

Вариант №8. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для диагностики вирусных заболеваний человека по совокупности симптомов. Каждый симптом может указывать на несколько болезней (возможно, с разной степенью уверенности).

Вариант №9. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта человека по совокупности симптомов. Каждый симптом может указывать на несколько болезней (возможно, с разной степенью уверенности).

Вариант №10. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для диагностики инфекционных заболеваний человека по совокупности симптомов. Каждый симптом может указывать на несколько болезней (возможно, с разной степенью уверенности).

Вариант №11. Консультация в отношении приема лекарств при болезнях родственных вирусной инфекции или гриппу. В зависимости от конкретных симптомов заболевания решить, обращаться ли к врачу.

Вариант №12. Консультация в отношении приема лекарств при болезнях желудочно-кишечного тракта человека. В зависимости от конкретных симптомов заболевания решить, обращаться ли к врачу.

Вариант №13. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки отечественного легкового автомобиля с учетом субъективных факторов, объективных потребностей и платежеспособности клиента и др.

Вариант №14. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки японского грузового автомобиля с учетом субъективных факторов, объективных потребностей и платежеспособности клиента и др.

Вариант №15. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки жилой недвижимости с учетом связанных с этим важных факторов (надежность продавца, платежеспособность покупателя, страхование сделки, изменение цен и банковских процентных ставок и др.).

Вариант №16. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки недвижимости под офис с учетом связанных с этим важных факторов (надежность продавца, платежеспособность покупателя, страхование сделки, изменение цен и банковских процентных ставок и др.).

Вариант №17. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки офисной мебели с учетом связанных с этим важных факторов.

Вариант №18. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки строительных материалов для ремонта офиса.

Вариант №19. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки строительных материалов для ремонта квартиры.

Вариант №20. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки сотового телефона.

Вариант №21. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки смартфона или коммуникатора.

Вариант №22. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки стиральной машины.

Вариант №23. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки холодильника.

Вариант №24. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки фотоаппарата или фотокамеры.

Вариант №25. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки спортивного тренажера.

Вариант №26. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки телевизора.

Вариант №27. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки кухонного гарнитура.

Вариант №28. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки посудомоечной машины.

Вариант №29. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для диагностики неисправностей автомобиля.

Вариант №30. Требуется разработать фрагмент экспертной системы, предназначенной для консультации в отношении покупки мебели для гостиной комнаты квартиры.

Литература

1. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики [Электронный ресурс]: монография/ Дьяконов В.П., Круглов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 454 с
2. Барский А.Б. Логические нейронные сети [Электронный ресурс]/ Барский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 492 с.
3. Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 2 [Электронный ре-сурс]: учебное пособие/ Павлов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.
4. Малышева Е.Н. Экспертные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие по специальности 080801 «Прикладная информатика (в информационной сфере)»/ Малышева Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры, 2010.— 86 с.—
5. Сысоев Д.В. Введение в теорию искусственного интеллекта [Электронный ре-сурс]: учебное пособие/ Сысоев Д.В., Курипта О.В., Проскурин Д.К.— Электрон. тексто-вые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 171 с.
6. Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 [Электронный ре-сурс]: учебное пособие/ Павлов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.— 176 с.

Текст программы работы №1 (LABO1.PRO).

```
/*    Пример экспертной системы        */  
/*    базирующейся на правилах        */  
/*    Эксперт по породам собак        */
```

domains

database

dpositive(symbol, symbol)

dnegative(symbol, symbol)

predicates

do_expert_job

do_consulting

ask(symbol, symbol)

dog_is(symbol)

it_is(symbol)

positive(symbol, symbol)

negative(symbol, symbol)

remember(symbol, symbol, symbol)

clear_facts

goal

do_expert_job.

Clauses

```
/* Система пользовательского интерфейса */
```

```

do_expert_job:-
    makewindow(1,7,7, "Экспертная система",1,16,22,58),

nl,write("*****"),
    nl,nl,
    write(" Добро пожаловать в ЖИВОТНУЮ экспертную
систему! ;)"),
    nl,nl,write(" Эта система легко определит название животного
по "),
    nl,write(" его признакам.          "),
    nl,write(" Отвечайте на вопросы : 'Y'(Да) или 'N'(Нет).  "),

nl,write("*****"),
    nl,nl,
    do_consulting,
    nl,nl,
    clear_facts,
    write("Нажмите пробел."),nl,
    readchar(_),
    removewindow,
    exit.

do_consulting:-dog_is(X),!,nl,
    write("Похоже, что это - ", X, ".").

do_consulting:-nl, write("Извините, но я ничем не могу вам
помочь."), nl,
    write("И вообще, где вы видели такое животное ?..").
ask(X,Y):- write(" Вопрос: ",X," ",Y," ? "),
    readln(Reply),
    remember(X,Y,Reply).

```

```

/*      Механизм вывода      */
positive(X,Y):-dpositive(X,Y),!.
positive(X,Y):-not(negative(X,Y)),!, ask(X,Y).
negative(X,Y):-dnegative(X,Y),!.
remember(X,Y,y):-asserta(dpositive(X,Y)).
remember(X,Y,n):-asserta(dnegative(X,Y)), fail.
clear_facts:-retract(dpositive(_, _)), fail.
clear_facts:-retract(dnegative(_, _)), fail.

/*      Продукционные правила      */
dog_is("Английский бульдог):-
    it_is("короткая шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 55 см"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive(has,"хороший характер"),!.

dog_is("Гончая):-
    it_is("короткая шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 55 см"),
    positive(has,"длинные уши"),
    positive(has,"хороший характер"),!.

dog_is ("Дог):-
    it_is("короткая шерсть"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive(has,"хороший характер"),
    positive(has,"вес больше 5 кг"),!.

dog_is("Американская гончая):-
    it_is("короткая шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 75 см"),
    positive(has,"длинные уши"),
    positive(has, "хороший характер"),!.

```

```

dog_is("Коккер-спаниель):-
    it_is("длинная шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 55 см"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive (has,"длинные уши"),
    positive (has,"хороший характер"),!.

dog_is("Ирландский сеттер):-
    it_is("длинная шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 75 см"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive(has,"длинные уши"),!.

dog_is ("Колли):-
    it_is("длинная шерсть"),
    positive(has,"рост меньше 75 см"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive(has,"хороший характер"),!.

dog_is("Сенбернар):-
    it_is("длинная шерсть"),
    positive(has,"низкопосаженный хвост"),
    positive(has,"хороший характер"),
    positive(has,"вес больше 5 кг"),!.

it_is("короткая шерсть):-
    positive(has,"короткая шерсть"),!.

it_is("длинная шерсть):-
    positive (has,"длинная шерсть"),!.

/*      конец программы      */

```

Текст программы работы №2 (LABO2.PRO).

```

/*      Пример экспертной системы,      */

```

```
/*      базирующейся на логике.      */  
/*      Эксперт по породам собак      */
```

domains

```
conditions = bno*  
rno,bno,fno =integer  
category = symbol
```

database

```
/* предикаты базы данных */  
rule(rno,category,category,conditions)  
cond(bno,symbol)  
yes(bno)  
no(bno)  
topic(symbol)
```

predicates

```
/* предикаты системы пользовательского интерфейса */  
do_expert_job  
show_menu  
do_consulting  
process(integer)  
info(category)  
goes(category)  
listopt  
erase  
clear  
eval_reply(char)  
/* предикаты механизма вывода */  
go(category)  
check(rno,conditions)
```

```

inpo(rno,bno,string)
do_answer(rno,string,bno,integer)

```

```

goal
do_expert_job.

```

```

clauses

```

```

/* база знаний */

```

```

topic("dog").
topic("Короткошерстная собака").
topic("Длинношерстная собака").

```

```

rule(1,"dog","Короткошерстная собака",[1]).

```

```

rule(2,"dog","Длинношерстная собака",[2]).

```

```

rule(3,"Короткошерстная собака","Английский бульдог",
[3,5,7]).

```

```

rule(4,"Короткошерстная собака","Гончая", [3,6,7]).

```

```

rule(5,"Короткошерстная собака","Дог", [5,6,7,8]).

```

```

rule(6,"Короткошерстная собака","Американская гончая",
[4,6,7]).

```

```

rule(7,"Длинношерстная собака","Коккер-спаниель", [3,5,6,7]).

```

```

rule(8,"Длинношерстная собака","Ирландский сеттер", [4,6]).

```

```

rule(9,"Длинношерстная собака","Колли", [4,5,7]).

```

```

rule(10,"Длинношерстная собака","Сенбернар", [5,7,8]).

```

```

cond(1,"Короткая шерсть").

```

```

cond(2,"Длинная шерсть").

```

```

cond(3,"Рост меньше 55 см").

```

```

cond(4,"Рост меньше 75 см").

```

```

cond(5,"Низкопосаженный хвост").

```

```
cond(6,"Длинные уши").
cond(7,"Хороший характер").
cond(8,"Вес более 5 кг").
```

```
/* Система пользовательского интерфейса */
```

```
do_expert_job:-
```

```
    makewindow(1,7,7,"DOG EXPERT SYSTEM",0,0,25,80),
    show_menu,
    nl,write("Press spase bar."),
    readchar(_),
    exit.
```

```
show_menu:-
```

```
    write("                "),nl,
    write("*****"),nl,
    write("*      DOG EXPERT      *"),nl,
    write("*                *"),nl,
    write("*  1. Consultation  *"),nl,
    write("*                *"),nl,
    write("*  2. Exit the system *"),nl,
    write("*                *"),nl,
    write("*****"),nl,
    write("                "),nl,
    write("Please enter your choice: 1 or 2: "),nl,
    readint(Choice),
    process(Choice).
```

```
process(1):-do_consulting.
```

```
process(2):-removewindow, exit.
```

```
do_consulting:-goes(Mygoal),go(Mygoal),!.
```

```
do_consulting:-nl,write("Sorry, I can't help you."),
    clear.
```

do_consulting.

```

goes(Mygoal):-clear,clearwindow,nl,nl,
    write("                "),nl,
    write(" WELCOME TO THE DOG EXPERT SYSTEM "),nl,
    write("                "),nl,
    write(" This is a dog identification system."),nl,
    write(" To begin the process of choosing a "),nl,
    write(" dog, please type in 'dog'. If you "),nl,
    write(" wish to see the dog types, please "),nl,
    write(" type in a question mark (?).      "),nl,
    write("                "),nl,
    readln(Mygoal),
    info(Mygoal),!.

```

```

info("?"):-clearwindow,
    write("Reply from the KBS."),nl,
    listopt,nl,
    write("Please any key."),
    readchar(_),
    clearwindow,
    exit.

```

```

info(X) :- X >< "?".

```

```

listopt :-

```

```

    write("The dog types are: "),nl,nl,
    topic(Dog),
    write("      ",Dog),nl,fail.
    listopt.

```

```

inpo(Rno,Bno,Text) :-

```

```

    write("Question :-",Text," ? "),
    makewindow(2,7,7,"Response",10,54,7,20),
    write("Type 1 for 'yes': "),nl,

```

```

write("Type 2 for 'no' : "),nl,
readint(Response),
clearwindow,
shiftwindow(1),
do_answer(Rno,Text,Bno,Response).
eval_reply('y') :-
write("I hope you have found this helpful !").
eval_reply('n') :-
write("I am sorry I can't help you !").
go(Mygoal) :-
not(rule(_,Mygoal,_,_)),!,nl,
write("The dog you have indicated is a(n) ",Mygoal,"."),nl,
write(" Is a dog you would like to have (y/n) ?"),nl,
readchar(R),
eval_reply(R).

```

/ МЕХАНИЗМ ВЫВОДА */*

```

go(Mygoal) :-
rule(Rno,Mygoal,Ny,Cond),
check(Rno,Cond),
go(Ny).
check(Rno,[Bno|Rest]) :-
yes(Bno),!,
check(Rno,Rest).
check(_,[Bno|_]) :- no(Bno),!,fail.
check(Rno,[Bno|Rest]) :-
cond(Bno,Text),
inpo(Rno,Bno,Text),
check(Rno,Rest).
check(_,[]).

```

```
do_answer(,,_,0) :- exit.
do_answer(,,Bno,1) :-
    assert(yes(Bno)),
    shiftwindow(1),
    write(yes),nl.
do_answer(,,Bno,2) :-
    assert(no(Bno)),
    write(no),nl,
    fail.
erase :- retract(_),fail.
        erase.
clear :-
    retract(yes(_)),
    retract(no(_)),
    fail,!.
        clear.
/* конец программы */
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Система правил для экспертной системы распознавания животных

ПРАВИЛО 1

ЕСЛИ животное имеет волосяной покров
ТО это животное – млекопитающее

ПРАВИЛО 2

ЕСЛИ животное дает молоко
ТО это животное – млекопитающее

ПРАВИЛО 3

ЕСЛИ животное имеет перья

ТО это – птица

ПРАВИЛО 4

ЕСЛИ животное может летать

И откладывает яйца

ТО это животное – птица

ПРАВИЛО 5

ЕСЛИ животное ест мясо

ТО это животное – хищник

ПРАВИЛО 6

ЕСЛИ животное имеет острые зубы

И животное имеет когти

И его глаза смотрят вперед

ТО это животное – хищник

ПРАВИЛО 7

ЕСЛИ животное является млекопитающим

И имеет копыта

ТО это животное – парнокопытное

ПРАВИЛО 8

ЕСЛИ животное является млекопитающим

И жует жвачку

ТО это животное – парнокопытное

ПРАВИЛО 9

ЕСЛИ животное является млекопитающим

И это животное – хищник

И это животное желто-коричневого цвета

И это животное имеет темные пятна

ТО можно предположить, что это животное – гепард

ПРАВИЛО 10

ЕСЛИ животное является млекопитающим

И это животное – хищник

И это животное желто-коричневого цвета

И это животное имеет темные полосы

ТО можно предположить, что это животное – тигр

ПРАВИЛО 11

ЕСЛИ животное является парнокопытным

И имеет длинную шею

И имеет длинные ноги

И имеет черные пятна

ТО можно предположить, что это животное – жираф

ПРАВИЛО 12

ЕСЛИ животное является парнокопытным

И имеет черные полосы

ТО можно предположить, что это животное – зебра

ПРАВИЛО 13

ЕСЛИ животное является птицей

И не может летать

И имеет длинную шею

И имеет длинные ноги

И имеет черно-белую окраску

ТО можно предположить, что это животное – страус

ПРАВИЛО 14

ЕСЛИ животное является птицей

И не может летать

И может плавать

И имеет черно-белую окраску

ТО можно предположить, что это животное – пингвин

ПРАВИЛО 15

ЕСЛИ животное является птицей

И хорошо летает

ТО можно предположить, что это животное – альбатрос

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Разработка экспертных систем, базирующихся на правилах	4
Лабораторная работа №2. Разработка экспертных систем, базирующихся на логике	6
Индивидуальные задания на разработку фрагментов экспертных систем	8
Литература	13
Приложение 1. Текст программ для лабораторных работ	14
Приложение 2. Система правил для экспертной системы распознавания животных	23