

Московский государственный технический университет им.  
Баумана

Отчёт  
по лабораторной работе  
«Экспертные системы»  
по курсу «Интеллектуальные системы»

Выполнил: Миляев Н.А.,  
Группа ИУ5-81.

Москва  
2010

## 1. Аннотация

В данной работе представлена программа, выполняющая функции экспертной системы, предлагая пользователю альтернативы в ответ на ответы, полученные от пользователя.

## 2. Условие задачи

Данная ЭС предназначена для диагностики типичных неполадок в работе локальных сетей и Интернет-подключений. Так как ЭС создана для учебных целей, она рассматривает лишь небольшую часть возможных вариантов неполадок, но она позволяет расширять базу знаний, запрограммированную на специальном языке.

## 3. Используемые технологии

Программа написана на языке PHP и построена на основе Web-технологий. Для её работы требуется следующее ПО:

- На сервере — ОС Linux, Web-сервер Apache, PHP 5-й версии (возможна работа с другими ОС и Web-серверами, тестирование не проводилось).
- На клиенте — любой Web-браузер (на клиентской стороне используется только HTML).

Так как программа построена на основе Web-технологий, она может быть доступной через сеть Интернет.

## 4. Алгоритм решения задачи

В начале работы программа анализирует файл БЗ и считывает данные БЗ во внутренние структуры (массивы вопросов, правил, атрибутов и гипотез). Если число полей не соответствует ожидаемым, выдается сообщение об ошибке и переход на следующий этап не выполняется.

Далее программа принимает и анализирует ответы, полученные от пользователя. Она просматривает массив правил, проверяет условие срабатывания каждого правила, если в нём отсутствуют еще не определенные элементы. Если условие выполняется, производится выполнение действия, которое может включать в себя команды присваивания значений элементам (ответам на вопросы и атрибутам), вывода дополнительного текста, а также для вызова функций.

Далее программа проверяет условия подтверждения гипотез. Если хотя бы одно условие выполняется, работа программы завершается и список подтвердившихся гипотез выводится на экран.

Если подтвердившихся гипотез нет, программа просматривает список вопросов, находит первый вопрос, ответ на который ей неизвестен (не задан пользователем или не определен правилом), и отображает его пользователю. Если такого вопроса не найдено, программа выводит сообщение о неполноте БЗ.

В конце работы программа выводит таблицу значений ответов на вопросы и атрибутов.

Схема алгоритма программы приведена на рис. 1. При приеме каждого нового ответа происходит новый запуск программы. Значения ответов сохраняются между запусками с использованием механизма сессий PHP.

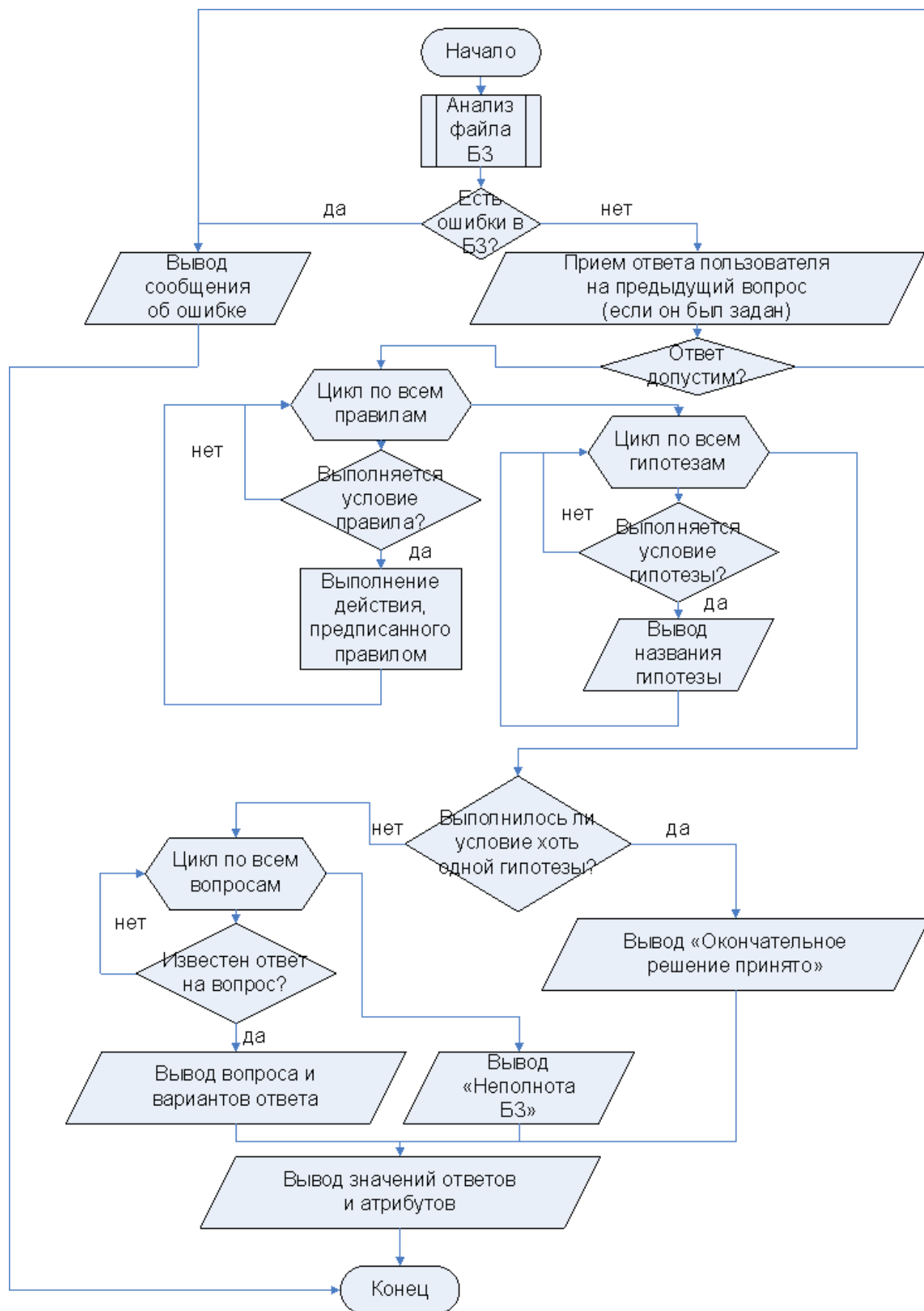


Рис. 1. Общая схема алгоритма ЭС.

Данная ЭС работает по схеме обратного логического вывода: она старается получить ответы на вопросы от пользователя или путем применения правил логического вывода, и просматривает список гипотез, пытаясь найти гипотезу, удовлетворяющую полученным данным. В отличие от ЭС с обратным логическим выводом, ЭС с прямым логическим выводом пытается задавать вопросы таким образом, чтобы путем применения правил подтвердить определенную гипотезу. В некоторых ЭС может применяться как прямой, так и обратный вывод. Выбор машины логического вывода зависит от типа задачи. Диагностические задачи (как в представленной ЭС) лучше всего решать с помощью обратного логического вывода, в то время как задачи прогнозирования, текущего контроля и управления проще всего поддаются решению с помощью прямого логического вывода.

## 5. Описание языка БЗ.

База знаний ЭС хранится в текстовом файле, имя которого задано в программе ЭС (по умолчанию /var/www/expert.php). Строки текстового файла являются либо комментариями (начинаются с символов «#», «;» или «\*»), либо блоками БЗ. Строка, описывающая блок БЗ, состоит из типа блока и полей с параметрами. Значения полей параметров отделяются друг от друга символами табуляции. Несколько символов табуляции подряд заменяются на один, что может быть использовано для выравнивания полей для удобства чтения БЗ. Первым параметром всегда является номер блока. Проверка вопросов, правил и гипотез происходит в порядке возрастания номеров.

Существует 4 типа блока: QUESTION, ATTRIB, RULE и HYP.

Блок QUESTION описывает вопрос, задаваемый пользователю. Он имеет следующие параметры:

1. Номер вопроса;
2. Тип значения. Возможные варианты: YESNO, NUMBER, STRING и LIST. YESNO задает вопрос типа «да/нет», причём ответ «да» рассматривается как значение 1, «нет» - как 0. NUMBER задает, что пользователь должен ввести число в диапазоне, задаваемом параметрами 5 и 6, STRING — строку символов, а LIST — выбрать вариант из списка. Для блока вопроса типа LIST параметр 5 задает строку со всеми вариантами выбора, а параметр 6 — символ, используемый для разделения отдельных вариантов. Значением ответа является выбранный номер в списке, начиная с 1.
3. Текст вопроса.
4. Название вопроса.
5. Минимальное значение диапазона (NUMBER) или строка вариантов выбора (LIST).
6. Максимальное значение диапазона (NUMBER) или символ-разделитель вариантов (LIST). Для вопросов других типов параметры 5 и 6 не должны присутствовать.

Блок ATTRIB описывает атрибут (вспомогательное значение, вычисляемое и используемое при проверке правил и гипотез). Этот блок имеет следующие параметры:

1. Номер атрибута.
2. Название атрибута.
3. Необязательное значение по умолчанию.

Блок RULE описывает правила вывода ЭС. Этот блок имеет следующие параметры:

1. Номер правила.
2. Условие срабатывания правила.
3. Выполняемые действия.
4. Название правила.

Блок HYP описывает гипотезы (альтернативные варианты принятия решений) ЭС. Он имеет те же параметры, что и блок RULE, за исключением выполняемого действия.

В состав команд проверки условий и действий могут входить операторы языка РНР со следующими отличиями:

1. Переменные (со знаком \$ в начале имени) не допускаются.
2. В команде проверки условия допустим оператор = для проверки на равенство.
3. В команде выполняемого действия допустимо не ставить точку с запятой после последнего оператора.
4. В командах проверки условия и выполняемого действия используются имена Q и A с номером, задающие значения вопросов и атрибутов с этим номером.

Перечень вызываемых функций РНР не ограничивается, что позволяет нарушить логику работы программы или даже создать угрозу безопасности при неправильном построении файла БЗ.

Преимуществом такого языка является широкий круг операторов (взятый «в наследство» от языка РНР), а недостатком — неудобство добавления нового вопроса между двумя вопросами с соседними номерами, которое требует переписывания вопросов, и отсутствие команды, изменяющей порядок проверки вопросов. Для решения этой проблемы можно предложить задание приоритетов вопросов, и задание вопросов в порядке приоритета. Приоритет вопроса может меняться динамически в процессе вывода путём присвоения значения параметру приоритета.

В процессе вывода происходит вывод названий применяемых правил и подтверждённых гипотез на экран. Также в конце работы программы происходит вывод известных программе значений вопросов и атрибутов на экран в виде таблицы. Это может использоваться для проверки корректности работы программы.

## 6. Описание базы знаний ЭС.

В файле БЗ (который располагается по пути, задаваемому переменной \$file программы) хранится следующая информация:

```
QUESTION 1      LIST   Каков тип неполадки?      Тип неполадкиПроводное
подключение3Беспроводное подключение3Интернет3Не знаю      3

QUESTION 2      YESNO   Есть ли пинг до другого компьютера в сети?      Пинг

QUESTION 3      YESNO   Запущен ли брандмауэр на удалённом компьютере, с которым
делается попытка установить связь?      Брандмауэр

QUESTION 4      YESNO   Хорошо ли обжат коннектор?Коннектор

QUESTION 5      YESNO   Правильно ли разведены проводники в кабеле?      Разводка

QUESTION 6      YESNO   Используется ли в сети DHCP сервер?      DHCP

QUESTION 7      YESNO   Получает ли компьютер правильный IP-адрес?      Correct_IP

QUESTION 8      YESNO   Доступен ли основной шлюз?Prim_GW

QUESTION 9      YESNO   Установлено ли подключение к интернету на шлюзе?
Inet

QUESTION 10     LIST    По какой локальной сети вы подключаетесь к Интернету?
ТипЛокСети      Проводной2Беспроводной2Локальная сеть не используется      2

QUESTION 11     YESNO   Происходит ли соединение с точкой доступа?      AP

QUESTION 12     NUMBER  Какой уровень сигнала беспроводной сети в %?      Сигнал 0
100

QUESTION 13     LIST    Какой стандарт шифрования используется в беспроводной сети?
Шифрование      Без шифрования1WEP1WPA-PSK1WPA-EAP      1

QUESTION 14     YESNO   Поддерживает ли устройство режим WPA?      WPA Support

QUESTION 15     YESNO   Правильный ли ключ шифрования?      Key

QUESTION 16     YESNO   Доступен ли RADIUS сервер (если не знаете, считайте, что
доступен)?      Radius

QUESTION 17     YESNO   Есть ли средства на счету оператора?      Money

QUESTION 18     LIST    Какой тип Интернет-подключения?      Inet_type
GPRSZADSLZДругое      Z

QUESTION 19     LIST    Какой уровень GPRS сигнала?      Сигнал GPRS
Высокий5Средний5Низкий      5

QUESTION 20     NUMBER  Какова длина телефонной линии, по которой организовано
подключение ADSL (м)?      Line_Length      0      15000

ATTRIB      1      Лишний DHCP сервер      0

RULE      1      Q1=1      Q11=-1; Q12=-1; Q13=-1; Q14=-1; Q15=-1; Q16=-1; Q17=-1;
Q18=-1; Q19=-1; Q20=-1; Q8=-1; Q9=-1; Q10=-1; Интернет и беспроводная сеть не причём

RULE      2      Q1=2      Q4=-1; Q5=-1; Q8=-1; Q9=-1; Q10=-1; Q17=-1; Q18=-1; Q19=-1;
Q20=-1;      Интернет и проводная сеть не причём

RULE      3      Q6=1 && Q7=0 A1=1; echo '<p><b>Выключите все другие DHCP-серверы в
сети!</b></p>'      В сети, скорее всего, есть еще один DHCP сервер

RULE      4      Q2=1      Q4=-1; Q5=-1; Q6=-1; Q7=-1; Q11=-1; Q12=-1; Q13=-1; Q14=-1;
Q15=-1; Q16=-1;      Связь с сетью установлена

RULE      5      Q9=1      Q17=-1; Q18=-1; Q19=-1; Q20=-1;      Интернет есть

RULE      6      Q10=1 Q1=1      Неполадка с проводной сетью

RULE      7      Q10=2 Q1=2      Неполадка с беспроводной сетью

RULE      8      Q10=3 Q4=-1; Q5=-1; Q11=-1; Q12=-1; Q13=-1; Q14=-1; Q15=-1; Q16=-
1;      Локальной сети нет
```

RULE	9	Q11=1 Q12=-1; Q13=-1; Q14=-1; Q15=-1; Q16=-1; Есть связь с точкой доступа
RULE	10	Q13=1    Q13=2 Q14=-1; WPA не исп.
RULE	11	Q18=1 Q20=-1 GPRS
RULE	12	Q18=2 Q19=-1 ADSL
RULE	13	Q6=0 Q7=-1 Без DHCP (внимание: IP-адреса должны задаваться вручную!)
RULE	14	Q13!=4 && Q13!=-1 Q16=-1; Нет WPA_EAP
ATTRIB	2	Неизв. неполадка проводной сети 0
ATTRIB	3	Неизв. неполадка беспроводной сети 0
RULE	15	Q1=1 && Q2=1 && A1=0 && Q9=1 A2=1 Неизвестная неполадка (вроде бы все работает)
RULE	16	Q1=2 && Q2=1 && A1=0 && Q9=1 && Q11=1 A3=1 Неизвестная неполадка (вроде бы все работает)
RULE	17	Q13=1 Q15=-1 Без ключа шифрования
RULE	18	Q2=1 Q3=0 Пинг есть
НУР	1	A1=1 В сети есть другой DHCP-сервер, который нужно выключить или заблокировать
НУР	2	Q3=1 Выключите брандмауэр
НУР	3	Q4=0 Обожмите коннектор получше
НУР	4	Q5=0 Разведите проводники правильно и еще раз обожмите коннектор
НУР	5	Q8=0 Проверьте состояние шлюза (маршрутизатора)
НУР	6	Q12<50 && Q12>=0 Плохой сигнал точки доступа, поставьте компьютер ближе или уберите преграду
НУР	7	Q14=0 Используйте стандарт, отличный от WPA (не рекомендуется) или замените оборудование
НУР	8	Q15=0 Установите правильный ключ шифрования
НУР	9	Q16=0 Проверьте состояние RADIUS сервера
НУР	10	Q17=0 Положите деньги на счёт провайдера
НУР	11	Q19=2 Выйдите на более высокое место, возможно, сигнал будет лучше
НУР	12	Q20>5000 Возможно, не стоит использовать ADSL на такой длинной линии
НУР	13	A2=1 Неизвестная неполадка, похоже, все работает (сеть проводная)
НУР	14	A3=1 Неизвестная неполадка, похоже, все работает (сеть беспроводная)
НУР	15	Q18=2    (Q18=1 && Q19!=2)    (Q18=2 && Q20<=5000 && Q20>-1) Обратитесь к вашему Интернет-провайдеру
НУР	16	(Q1=1    Q1=2) && Q2=1 && Q3=0 ЭС не может найти неисправность.
НУР	17	Q8=1 && Q9=1 Интернет должен работать. Проверьте настройки вашего компьютера.
НУР	18	Q1=2 && Q2=0 && Q3=0 && (Q7=1    (Q6=0 & Q11=1)) ЭС не видит неисправности. Проверьте состояние устройства, с которым пытаетесь установить связь, сетевого адаптера, а также наличие сигнала беспроводной сети и наличие преград.
НУР	19	Q1=1 && Q2=0 && Q3=0 && (Q6=0    Q7=0) Проверьте состояние сетевого адаптера.
НУР	20	Q1=2 && Q11=0 && ( (Q13=1 && Q15=1)    Q13=2    (Q13=3 && Q14=1 && Q15=1)    (Q13=4 && Q14=1 && Q15=1 && Q16=1)) ЭС не может найти причину неисправности.

Рассмотрим подробнее некоторые блоки БЗ. В БЗ применяются вопросы, для ответа на которых пользователю необходимо выбрать один вариант из списка ответов, либо из списка «да»/«нет», либо ввести число.

Например, вопрос №1 представлен в виде списка выбора типа неисправности. Список представляется в виде строки с перечислением вариантов. Варианты отделяются друг от друга с помощью любого символа, кроме табуляции, пробел и перевода строки. В зависимости от выбранного ответа параметр Q1 получает значения от 1 до 4.

Правила 1 и 2 анализируют значение ответа на 1-й вопрос и отбрасывают вопросы, которые не относятся к данному типу неполадки, присваивая ответам значение -1, которое не может быть выбрано пользователем и свидетельствует о том, что ответ на вопрос был пропущен.

Условия могут быть как простыми (правила 1, 2, 11, 12, гипотезы 2, 3, 4, 5, 10 и др) так и сложными, включающими несколько условий (правила 3, 10, 14, гипотезы 15, 16, 17 и др.). Для сокращения сложности условий могут применяться атрибуты. Например, правило 3 устанавливает значение атрибута 1 в зависимости от ответов на вопросы 6 и 7, а в гипотезе 1 проверяется значение этого атрибута. Атрибуты могут быть использованы для лучшего объяснения промежуточных шагов вывода. Значения атрибутов выводятся в таблице данных системы.

Действия в правилах могут включать в себя не только присвоение значений ответам на вопросы и атрибутам, но и другие действия, например, вывод текста на экран (см. правило 3). Для расширения функциональности программы в нее могут быть добавлены функции, вызываемые из правил БЗ.

## **7. Выводы.**

В ходе выполнения данной работы была разработана программа, выполняющая функции экспертной системы с обратным логическим выводом, и был разработан язык описания знаний в ЭС. Язык, используемый для описания знаний, позволяет задавать правила, используемые в ходе логического вывода, и условия, при которых подтверждается та или иная гипотеза. В ходе работы программы на экран выводятся названия применяемых правил и значения внутренних данных программы (ответов и атрибутов, полученных от пользователя или с помощью правил вывода), что позволяет говорить о возможности проконтролировать работу программы.

Преимуществами данной ЭС является возможность задания различных условий проверки правил и гипотез (как простых, так и сложных), возможность принимать от пользователя значения различных типов (числа, логические значения, строки, варианты из списка), возможность добавления различных команд в правила вывода.

Недостатками данной ЭС являются отсутствие возможности задавать произвольный порядок вопросов, перейти сразу к определённому вопросу, неудобство добавления вопросов в БЗ, отсутствие подробного объяснения (какие именно ответы привели к выполнению того или иного условия).