



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 98–89  
ОАПиЭС

Т.В.Егошина, Л.А.Реброва

## ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА “ДИАГНОЗ”

Протвино 1998

**Аннотация**

Егошина Т.В., Реброва Л.А. Экспертная система “Диагноз”: Препринт ИФВЭ 98–89 . – Протвино, 1998. – 11 с., библиогр.: 7.

Обсуждается проблема создания экспертных систем. Описывается медицинская экспертная система “Диагноз”. Приводятся структуры фреймов объектов и набор правил вывода. Даются команды и опции команд используемой экспертной оболочки.

**Abstract**

Egoshina T.V., Rebrova L.A. Expert System “Diagnosis”: IHEP Preprint 98–89 . – Protvino, 1998. – p. 11, refs.: 7.

The problem of implementing expert systems is discussed. The medical expert system “Diagnosis” is described. The structures of object frames and the ruleset of conclusion are resumed. The commands and the command options of used expert system tools are given.

## Введение

Экспертные системы (ЭС) — компьютерные программы для распространения знаний и рассуждений специалистов [1], обеспечивают сбор, упорядочение, обмен и использование непростого типа данных, какими являются знания. На протяжении более двадцати последних лет почти во всех предметных областях были разработаны ЭС или, по крайней мере, предпринимались попытки их создания. Современные экспертные системы, позволяющие сохранить высококачественный опыт специалистов и сделать его коллективным достоянием, нашли применение в химии, геологии, метеорологии, космической технике, военном деле [2], физике высоких энергий [3] и т.д.

Авторы данной работы изучили приложение экспертных систем в медицине с целью создания собственной интеллектуальной системы “Диагноз”, определяющей внутреннее заболевание с синдромом “Нарушение сердечного ритма”.

### 1. Постановка задачи

Клиническую диагностику, особенно при неясной и многообразной клинической картине, лучше всего начинать с выбора у больного наиболее информативного и несомненного синдрома. Затем следует определить, какие патогенетические механизмы могут привести к этому синдрому. Правильный выбор патогенетических механизмов позволит перечислить нозологические формы, при которых может сформироваться данный синдром.

Клинические симптомы и результаты лабораторного и инструментального исследований, характерные для данной нозологической формы, нужно сопоставить с теми данными, которые имеются у больного. Совпадение клинических, лабораторных и инструментальных признаков какой-либо из перечисленных нозологических форм с имеющимися у больного данными даст возможность поставить диагноз [4]. Так можно сформулировать постановку задачи.

## 2. Решение проблемы

Для компьютерной реализации ЭС “Диагноз” была выбрана экспертная оболочка LEONARDO, функционирующая в среде операционной системы MS DOS. Учитывая классификацию инструментальных средств построения ЭС [5], основными составляющими которых являются база знаний (БЗ) и механизм вывода решений, выбранное программное обеспечение, действительно, можно отнести к классу оболочек ЭС, поскольку оно содержит “скелетную” систему, обеспечивающую структуризацию знаний и готовый механизм вывода.

Одним из важных этапов разработки ЭС является концептуализация, при которой определяются понятия (объекты) и отношения между объектами.

Особенность рассматриваемого инструментального средства состоит в том, что для представления знаний используются фреймы, идею которых предложил М. Минский [6]. Фрейм — поименованная структура с ассоциативным доступом к своим составляющим — слотам. Слот может содержать значение “по умолчанию”, закодированную инструкцию для вычисления значения или указатель на другой фрейм. Первый элемент списка — имя фрейма.

В используемом программном обеспечении предусмотрено несколько видов фреймов в зависимости от следующих допустимых типов объектов: Real (Действительный), Text (Текст), List (Список), Procedure (Процедура), Class (Класс) и Screen (Экран). Кроме этого, при компилировании базы знаний, исходя из правил вывода, система может определить объект как Undefined (Неопределенный) или Slot referent (Text) (Слот, на который ссылаются (Текст)). В Приложении 1 приводятся структуры фреймов для названных типов объектов.

В экспертной системе “Диагноз” были определены объекты типа Text, такие как “тахикардия”, “брадикардия”, “аритмия” и т.д., фреймы которых даны в Приложении 2. Кроме объектов и их фреймов база знаний ЭС “Диагноз” включает набор правил вывода (Приложение 3). Таким образом, ЭС “Диагноз” представляет собой гибридную систему с точки зрения используемых методов для представления знаний (сочетание фреймов и правил).

Обозначим полное множество несовместимых объектов (заболеваний–гипотез) ЭС “Диагноз”  $\{ H_1, H_2, \dots, H_n \}$ . Пусть  $P(H_i)$  — вероятность гипотезы  $H_i$ . Пусть  $P_A(H_i)$  — условная вероятность события А (например некоторого дополнительного обследования больного) для каждой из гипотез  $H_i$ . Тогда согласно формуле Байеса [7] можно определить вероятность каждой гипотезы после события А:

$$P_{H_i}(A) = \frac{P(H_i)P_A(H_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} P(H_i)P_A(H_i)}. \quad (1)$$

Экспертная система “Диагноз” позволяет определить внутреннее заболевание на основе наиболее информативного синдрома, наблюдаемого у больного. Кроме того, система перечисляет симптомы, формирующие данный синдром, и дает указания по лечебным мероприятиям.

В Приложении 4 приведены команды и опции команд экспертной оболочки LEONARDO, которые позволяют редактировать фреймы объектов и набор правил вывода, компилировать базу знаний, осуществлять запуск текущей экспертной системы и др.

## Заключение

Проведенные исследования показали, что хотя экспертная оболочка делает разработку ЭС легкой и быстрой, ей не хватает общности и гибкости. Кроме этого, оказалось, что она приложима только к узкому классу проблем и сильно ограничивает возможности разработчика ЭС. Использование специальных языков представления знаний помогло бы преодолеть указанные трудности.

## Список литературы

- [1] Компьютер обретает разум: Пер.с англ. / Под редакцией и с предисловием В.Л. Стефанюка. — М.: Мир, 1990, с.43.
- [2] Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. — М.: Мир, 1989, с.105 – 107.
- [3] Афонин А.Г., Волков Б.С., Ухов В.И. О возможности использования экспертных систем в управлении ускорителем: Препринт ИФВЭ 92–39, Протвино, 1992, с.1
- [4] Поликлиническое дело. Под редакцией профессора В.А.Миняева — М.: Медицина, 1987, с.91.
- [5] Системы управления базами данных и знаний. / Под редакцией А.Н. Наумова. — М.: Финансы и статистика, 1991, с.281.
- [6] Minsky, M. A Framework for Representing Knowledge, AI Memo 306, MIT, June 1974. — p.1–78.
- [7] Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969, с.56.

*Рукопись поступила 21 декабря 1998 г.*

Структура фрейма для объектов типов Real и Text:

1: Name:	(	1: Имя:	)
2: LongName:	(	2: ДлинноеИмя:	)
3: Type:	(	3: Тип:	)
4: Value:	(	4: Значение:	)
5: Certainty:	(	5: Уверенность:	)
6: DerivedFrom:	(	6: ПолученоИз:	)
7: DefaultValue:	(	7: Значение"По умолчанию":)	)
8: FixedValue:	(	8: ФиксированноеЗначение:	)
9: AllowedValue:	(	9: ДопустимоеЗначение:	)
10: ComputerValue:	(	10: ВычисляемоеЗначение:	)
11: OnError:	(	11: НаОшибку:	)
12: QueryPrompt:	(	12: ВопросПодсказка:	)
13: QueryPreface:	(	13: ВопросВводнойЧасти:	)
14: Expansion:	(	14: Расширение:	)
15: Commentary:	(	15: Комментарий:	)
16: Introduction:	(	16: Введение(Предисловие):)	)
17: Conclusion:	(	17: Заключение:	)

Структура фрейма для объекта типа List:

1: Name:	(	1: Имя:	)
2: LongName:	(	2: ДлинноеИмя:	)
3: Type: List	(	3: Тип: Список	)
4: Value:	(	4: Значение:	)
5: Certainty:	(	5: Уверенность:	)

Структура фрейма для объекта типа Procedure:

1: Name:	(	1: Имя:	)
2: LongName:	(	2: ДлинноеИмя:	)
3: Type: Procedure	(	3: Тип: Процедура	)
4: AcceptReal:	(	4: ПринимаемыеВещественныеЗначения:	)
5: AcceptText:	(	5: ПринимаемыеТекстовыеЗначения:	)
6: AcceptList:	(	6: ПринимаемыеСписковыеЗначения:	)
7: ReturnReal:	(	7: ВозвращаемыеВещественныеЗначения:)	)
8: ReturnText:	(	8: ВозвращаемыеТекстовыеЗначения:	)
9: ReturnList:	(	9: ВозвращаемыеСписковыеЗначения:	)
10: LocalReal:	(	10: ЛокальныеВещественныеЗначения:	)
11: LocalText:	(	11: ЛокальныеТекстовыеЗначения:	)
12: LocalList:	(	12: ЛокальныеСписковыеЗначения:	)

```
13: Externals:      ( 13: ВнешниеЗначения:      )
14: Body:          ( 14: ТелоПроцедуры:          )
```

Структура фрейма для объекта типа Class:

```
1: Name:          ( 1: Имя:          )
2: LongName:      ( 2: ДлинноеИмя:   )
3: Type: Class    ( 3: Тип: Класс    )
4: Members:       ( 4: Элементы:     )
5:                ( 5:                )
6: MembersSlots: ( 6: СлотыЭлементов: )
7:      Slot1:    ( 7:      Слот1:    )
8:      Slot2:    ( 8:      Слот2:    )
9:      Slot3:    ( 9:      Слот3:    )
10:     . . .     (10:     . . .     )
```

Структура фрейма для объекта типа Undefined:

```
1: Name:          ( 1: Имя:          )
2: LongName:      ( 2: ДлинноеИмя:   )
3: Type: Undefined ( 3: Тип: Неопределенный )
4: Value:         ( 4: Значение:     )
5: Certainty:     ( 5: Уверенность:  )
6: DerivedFrom:   ( 6: ПолученоИз:   )
7: MemberSlots:  ( 7: СлотыЭлементов: )
8:      Isa:      ( 8: СсылкаНаОбъектТипаСписок: )
9:      Slot1:    ( 9:      Слот1:    )
10:     Slot2:    (10:     Слот2:    )
11:     Slot3:    (11:     Слот3:    )
12:     . . .     (12:     . . .     )
```

Структура фрейма для объекта типа Slot referent(Text):

```
1: Name:          ( 1: Имя:          )
2: LongName:      ( 2: ДлинноеИмя:   )
3: Type: Slot referent(Text) ( 3: Тип: Слот, на который )
4:                ( 4:                ссылаются (Текст))
```

Фрейм объекта "Тахикардия":

1: Name: тахикардия  
2: LongName:  
3: Type: Text  
4: Value:  
5: Certainty: {0.0}  
6: DerivedFrom:  
7: DefaultValue: нет  
8: FixedValue:  
9: AllowedValue: нет, синусовая\_тахикардия,  
10: пароксизмальная\_тахикардия  
11: ComputerValue:  
12: OnError:  
13: QueryPrompt: Наблюдается ли у больного тахикардия?  
14: QueryPreface:  
15: Тахикардия --- патогенетический механизм синдрома  
16: "Нарушение сердечного ритма".  
17: Синусовая тахикардия, пароксизмальная тахикардия ---  
18: нозологические формы, из которых формируется  
19: данный синдром. Если у больного наблюдается  
20: тахикардия, выберите соответствующую  
21: нозологическую форму.  
22: Expansion:  
23: Commentary:  
24: Introduction:  
25: Conclusion:

Фрейм объекта "Брадикардия":

1: Name: брадикардия  
2: LongName:  
3: Type: Text  
4: Value:  
5: Certainty: {0.0}  
6: DerivedFrom:  
7: DefaultValue: нет  
8: FixedValue:  
9: AllowedValue: нет, синусовая\_брадикардия, гетеротропные\_ритмы  
10: ComputerValue:  
11: OnError:



12: QueryPrompt: Наблюдается ли у больного брадикардия?  
13: QueryPreface:  
14:           Брадикардия -- патогенетический механизм синдрома  
15:           "Нарушение сердечного ритма".  
16:           Синусовая брадикардия, гетеротропные ритмы --  
17:           нозологические формы, из которых формируется  
18:           данный синдром. Если у больного наблюдается  
19:           брадикардия, выберите соответствующую  
20:           нозологическую форму.  
21: Expansion:  
22: Commentary:  
23: Introduction:  
24: Conclusion:

Фрейм объекта "Аритмия":

1: Name: аритмия  
2: LongName:  
3: Type: Text  
4: Value:  
5: Certainty: {0.0}  
6: DerivedFrom:  
7: DefaultValue: нет  
8: FixedValue:  
9: AllowedValue: нет, синусовая\_аритмия, экстрасистолия,  
10:           мерцательная\_аритмия  
11: ComputerValue:  
12: OnError:  
13: QueryPrompt: Наблюдается ли у больного аритмия?  
14: QueryPreface:  
15:           Аритмия -- патогенетический механизм синдрома  
16:           "Нарушение сердечного ритма".  
17:           Синусовая аритмия, экстрасистолия,  
18:           мерцательная аритмия -- нозологические  
19:           формы, из которых формируется данный синдром.  
20:           Если у больного наблюдается аритмия, выберите  
21:           соответствующую нозологическую форму.  
22: Expansion:  
23: Commentary:  
24: Introduction:  
25: Conclusion:

Фрейм объекта "Диагноз":

1: Name: диагноз  
2: LongName:  
3: Type: Text  
4: Value:  
5: Certainty: {0.0}  
6: DerivedFrom:  
7: DefaultValue:  
8: FixedValue:  
9: AllowedValue:  
10: ComputerValue:  
11: OnError:  
12: Expansion:  
13: Commentary:  
14: Introduction:  
15: Conclusion:

Фрейм объекта "Цель":

1: Name: цель  
2: LongName:  
3: Type: Text  
4: Value:  
5: Certainty: {0.0}  
6: DerivedFrom:  
7: DefaultValue:  
8: FixedValue:  
9: AllowedValue:  
10: ComputerValue:  
11: OnError:  
12: QueryPrompt:  
13: QueryPreface:  
14: Expansion:  
15: Commentary:  
16: Introduction:  
17:

18:                   ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА "ДИАГНОЗ"  
19:           Экспертная система "Диагноз" позволяет с  
20:           высокой точностью определить внутреннее заболевание  
21:           на основе наиболее информативного синдрома, наблюдаемого  
22:           у больного. Кроме того, система перечисляет симптомы,  
23:           формирующие данный синдром, и дает указания по лечебным  
24:           мероприятиям.  
25:           Пробный вариант ЭС "Диагноз" определяет внутреннее

- 26: заболевание, которому соответствует синдром "Нарушение  
27: сердечного ритма". Требуется выбрать лишь один из  
28: патогенетических механизмов, формирующих данный  
29: синдром.  
30: Возможно пополнение базы знаний ЭС "Диагноз" для  
31: определения внутреннего заболевания по 18 синдромам,  
32: наиболее часто встречающимся в клинике внутренних  
33: заболеваний.  
34: Conclusion:

### Приложение 3

Правила вывода эксперной системы "Диагноз":

```
if тахикардия is нет and
   брадикардия is нет and
   аритмия is нет
then диагноз is Ваше_сердце_работает_нормально_!;
цель is achieved
```

```
if тахикардия is синусовая_тахикардия and
   брадикардия is нет and
   аритмия is нет
then диагноз is Инфаркт_миокарда_Требуется_неотложная_диагностика;
цель is achieved
```

```
if тахикардия is пароксизмальная_тахикардия and
   брадикардия is нет and
   аритмия is нет
then диагноз is Кардиосклероз_Требуется_неотложная_диагностика;
цель is achieved
```

```
if тахикардия is нет and
   брадикардия is синусовая_брадикардия and
   аритмия is нет
then диагноз is Холемия_Требуется_неотложная_диагностика;
цель is achieved
```

```
if тахикардия is нет and
   брадикардия is гетеротропные_ритмы and
   аритмия is нет
then диагноз is Острый_инфаркт_миокарда_Требуется_неотложная_терапия;
цель is achieved
```

```

if тахикардия is нет and
   брадикардия is нет and
   аритмия is синусовая_аритмия
then диагноз is Вегетоистония_Требуется_неотложная_диагностика;
цель is achieved

if тахикардия is нет and
   брадикардия is нет and
   аритмия is экстрасистолия
then диагноз is Кардиосклероз_Требуется_неотложная_диагностика;
цель is achieved

if тахикардия is нет and
   брадикардия is нет and
   аритмия is мерцательная_аритмия
then диагноз is Органические_заболевания_сердца_Нужна_неот_диагностика;
цель is achieved

seek цель

```

#### Приложение 4

Команды и опции команд экспертной оболочки LEONARDO:

```

CHECK -- компиляция базы знаний,
EXECUTE -- выполнение ЭС,
FILES -- доступ к файлам базы знаний,
OBJECTS -- редактирование набора объектов,
RULES -- редактирование набора правил,
QUIT -- завершение работы с ЭС,
UTILITIES -- использование системных утилит.

```

Команда CHECK и ее опции

Команда CHECK позволяет выполнять компиляцию БЗ. С помощью опции Summary можно выполнить быструю компиляцию основного набора правил вывода, при этом процедуры компилируются вслед за правилами, а результат выводится на экран. Опция Trace позволяет выполнить пошаговую компиляцию БЗ, при которой результат компиляции каждого правила и процедуры выводится на экран.

Команда EXECUTE и ее опции

Команда EXECUTE позволяет осуществлять запуск скомпилированной БЗ. Опция Forwards обеспечивает

выполнение по методу прямой цепочки рассуждения, опция Backwords -- выполнение по методу обратной цепочки рассуждения.

#### Команда FILES и ее опции

Опция Load команды FILES позволяет загрузить в рабочую область новую БЗ, при этом достаточно непосредственно указать имя БЗ или выбрать имя БЗ из имеющегося перечня. Опция Store служит для сохранения БЗ из рабочей области на диске. С помощью опции Delete можно удалить БЗ из дискового пространства ЭВМ.

#### Команда OBJECTS и ее опции

Команда OBJECTS позволяет просматривать и редактировать данные объектов. Имена объектов и их значения выводятся на экран компьютера в определенном формате. Создание нового объекта инициируется нажатием клавиши F8 и начинается с указания имени и типа объекта. Клавиша F3 (Frame) позволяет открыть фрейм, соответствующий объекту, и приступить к его редактированию. Дальнейшее использование опций Put и Get позволяет запомнить помеченный блок редактируемого текста фрейма в ASCII-файл, а затем присоединить ASCII-файл к БЗ.

#### Команда RULES и ее опции

Редактирование набора правил вывода осуществляется с помощью опции FREE команды RULES. Опция FREE и клавиша F3 (Comm) обеспечивают в свою очередь доступ к опциям: Line, Find, Change, Delete, Get, Put. Опции Put и Get обеспечивают последовательно запоминание помеченного блока редактируемого текста фрейма во внешний ASCII-файл и присоединение ASCII-файла к БЗ.

#### Команда QUIT

Для завершения работы с ЭС используется команда QUIT с двумя вариантами подсказок: YES и NO. Ответ YES обеспечивает выход из ЭС, ответ NO -- продолжение работы с ЭС.

#### Команда UTILITIES и ее опции

Опция Clear команды UTILITIES позволяет освободить рабочую область или БЗ. В данной команде, а также во всех вышеназванных командах, нажатие клавиши F2 возвращает из режима подкоманды или опции в режим команды.



