

## Лекция 2. ТЕМНИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ. ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Дисциплина искусственного интеллекта (ИИ) развивается в области, располагающейся между **психологией и вычислительными науками**

Вначале работы по ИИ носили **исследовательский характер**.

Ученые были заинтересованы в **поиске возможных путей достижения интеллектуального поведения технических систем**.

Если психологическую науку интересовало то, как **действуют люди**, то специалисты по искусственному интеллекту пытались **перебрать те способы**, которыми то же самое можно **сделать на компьютере**.

# СИСТЕМЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ЗНАНИЯХ

---

На начальном этапе исследований по искусственному интеллекту возникло убеждение, что за интеллектуальным поведением людей скрываются их знания об окружающем мире.

- Попытки человека добиться интеллектуального поведения от компьютера ограничены сведениями о тех общих знаниях, которыми располагают люди. Речь идет о знаниях, которые имеются у специалиста-профессионала.
- Интеллектуальная система, основанная на знаниях, представляет собой такую систему, в которой с помощью логического вывода знания применяются к решению поставленных задач.

# СИСТЕМЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ЗНАНИЯХ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

На начальном этапе исследований по искусственному интеллекту считалось, что за интеллектуальным поведением людей скрываются их знания об окружающем мире.

- Попытки человека добиться интеллектуального поведения от компьютера ограничены сведениями о тех общих знаниях, которыми располагают люди. Речь идет о знаниях, которые имеются у специалиста-профессионала.
- Интеллектуальная система, основанная на знаниях, представляет собой такую систему, в которой с помощью логического вывода знания применяются к решению поставленных задач.
- Выполнение работ с небольшой частью знаний человека уменьшает сложность задачи позволяет создать работоспособную систему за разумный отрезок времени.

# СИСТЕМЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ЗНАНИЯХ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

**Независимо от выбранной проблемы, имеются вопросы, которые необходимо разрешить:**

- Каким образом с самого начала усваиваются эти знания?
- В каком виде их представлять?
- Как реализовать выбранные виды представления знаний на конкретных аппаратурных средствах?
- Как обеспечивается доступ к знаниям внутри системы?
- Каким образом знания применяются к конкретной ситуации?
- Каким образом знания модифицируются в свете накапливаемого опыта?
- Как обеспечивается поддержание уровня знаний, а во многих случаях — и отбрасывание не относящегося к делу знания? и т.д.

# СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

---

В справочной литературе по искусственному интеллекту наиболее широко описана экспертная системы MYCIN.

- Система MYCIN была разработана для оказания консультационной помощи при диагностике и лечении инфекционных заболеваний.
- **Временной фактор осложняет проблему диагностики и лечения инфекционных заболеваний. Анализ (крови или мочи и т.п.) может дать некоторые указания на рост числа микроорганизмов за 12 ч, но обычно для надежной идентификации требуется от 24 до 48 и более часов.**
- Поэтому врач часто должен решать, задачу лечения и назначения медикаментов в условиях отсутствия полной информации.

# СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ. ФРАГМЕНТ

---

Отрывок из протокола общения врача с системой **MYCIN**:

- Назовите имя пациента.  
Джон Доу.
- Мужчина или женщина?  
Мужчина.
- Возраст?  
Ему 55.
- Были ли выделены культуры с положительными реакциями, указывающие на общий класс инфекции?
- Да.
- Каков тип этой инфекции?  
Первичная бактеримия.
- Когда были отмечены первые симптомы?  
5 мая 1975.
- Давайте назовем самую последнюю культуру, дающую положительную реакцию, КУЛЬТУРА-1. Откуда была взята КУЛЬТУРА-1?
- Из крови.  
Когда?  
9 мая 1975.

# СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ. ФРАГМЕНТ

## (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Когда в системе **MYCIN** складывается ощущение достаточно хорошего понимания ситуации, задается короткая цепочка вопросов, подготавливающих к рекомендациям по курсу лечения:

- Рекомендация будет основана на убеждении, что **ОРГАНИЗМ-1** может представлять собой: **1 — Pseudomonas-aeruginosa, 2— Klebsiella-pneumoniae, 3-E. Coli, 4 - Bacteroides-fragilis, 5 - Enterobacter, 6 - Proteus-non-mirabilis.** Пользуясь шкалой от 0 до 4, где большие числа соответствуют большей серьезности заболевания, как бы вы оценили степень заболевания больного?

**3.**

- Имеется ли у больного клинически заметная аллергическая реакция на какой-нибудь противобактериальный препарат?

Нет.

- Какова масса больного?  
70 кг.

- В первую очередь я рекомендовала бы следующее: чтобы охватить случаи 1, 2, 3, 5 и 6, давайте больному в течение 10 дней гентамицин дозами по 119 мг (1,7 мг/кг). Измените дозировку в случае заболевания почек. А чтобы охватить случай 4, давайте больному в течение 14 дней клиндамицин дозами по 595 мг (8,5 мг/кг).

- Хотите ли вы знать, что я рекомендовала бы в качестве второго варианта?

# СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ. ФРАГМЕНТ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

Программы искусственного интеллекта и экспертные системы отличаются от традиционных вычислительных пакетов тем, как эти программы организованы.

- С традиционных позиций программа представляет собой процедуру и данные.
- Экспертные системы "все могут быть описаны как системы, направляемые базами данных" [.
- В базе данных имеется три различных модуля:  
Факты о признаках конкретной ситуации.  
Правила, относящиеся к области экспертизы.  
Правила работы с правилами 2 или "машина вывода"

# СТРУКТУРА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ. ФРАГМЕНТ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

На рис. 1 изображена поверхностная схема работы системы.

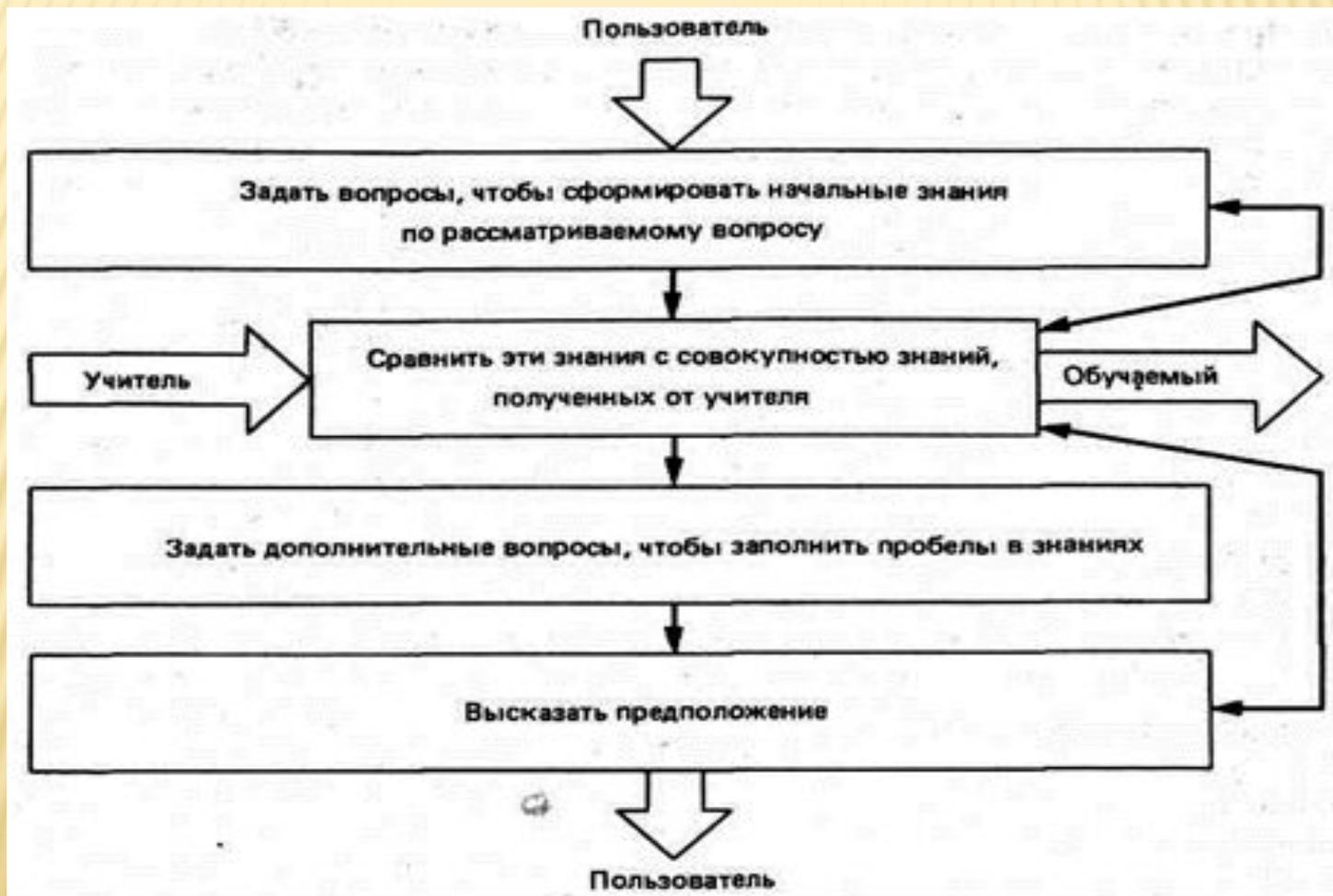


Рис. 1. Общее представление о работе экспертной системы

# АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

---

Если компьютерной программе предстоит выполнять задачу эксперта, то она нуждается в **большом объеме знаний**, позволяющих решать сложные проблемы подобно тому, как это делает человек.

Система должна быть тщательно организована.

В общем случае знания разделяются на три типа:

- ▣ **Фактические (декларативные) знания.** Этот вид знаний представляет информацию о конкретном случае, обычно собираемую посредством диалога с пользователем, который указывает, какие факты следует считать справедливыми в настоящее время.
- ▣ **Процедурные знания.** Эти знания собираются путем опроса специалиста в данной предметной области и составляют ядро базы знаний
- ▣ **Управляющие знания.** В системе должен быть предусмотрен некоторый набор стратегий, чтобы можно было рассматривать альтернативные возможности в ходе работы, переход при неудаче от одной стратегии к другой.

# АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

---

**Системы продукций** представляют собой конкретный метод организации программ в виде совокупностей трех групп, представленных выше.

- База данных (БД).
- Список порождающих правил (ПП).
- Метод выбора, какое порождающее правило следует применять при данном состоянии базы данных.

Каждое порождающее правило (т.е. продукция) имеет форму **ЕСЛИ** (условие), **ТО** (действие) или, возможно, форму **ЕСЛИ** (условие), **ТО (действие 1), В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ** (действие 2).

Условная часть продукции сопоставляется с имеющейся базой данных.

Если процесс сопоставления заканчивается успешно, то всем переменным, входящим в образец, т. е. переменным из условной части некоторого порождающего правила, **придаются определенные значения из БД**, которые обеспечивают сопоставимость.

# АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

**Все изменения могут быть осуществлены посредством использования двух элементарных функций — добавления и удаления, например (добавить элемент2 БД), (удалить элемент1 БД).**

**В начале работы системы запускается некоторое простое правило, которое обеспечивает сбор информации о рассматриваемом случае и вносит ее в базу данных.**

- Система действует по Простому принципу: "выбери продукцию р - примени соответствующие действия".
- «Запуск» системы **продукций** и «управление» системой состоит в **использовании механизмов, названных "демонами"**.
- Существует три возможные разновидности демонов, а именно "если-добавлено", "если-удалено" и "если-необходимо". Демоны запускаются в работу путем добавления их в базу данных.

# АРХИТЕКТУРА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

- Демоны вида "если-добавлено" будут использоваться для проведения прямых логических дедукций, осуществляемых автоматически, если стали известны некоторые дополнительные факты.
- Демоны вида "если-удалено" запускаются функцией удаления. Как правило, демоны "если-удалено" будут использоваться для удаления из БД тех явных дедукций, которые были сделаны демонами "если-добавлено".
- Демоны "если-необходимо" используются для проведения дедукции в обратном направлении.
- Большую часть базы данных составляют правила, которые запускаются путем сопоставления с соответствующими признаками, характеризующими данную задачу, и которые могут добавляться, модифицироваться или изыматься пользователем.

**Базу данных такого специального типа обычно называют базой знаний.**

**Для взаимодействия пользователя с экспертной системой существует три режима:**

- Получение решений поставленных задач - пользователь как потребитель.**
- Усовершенствование или наращивание знаний системы - пользователь как учитель.**
- Извлечение пользы для человека из базы знаний - пользователь как ученик.**

# УЗКИЕ МЕСТА

---

Узким местом, сдерживающим распространение экспертных систем, является процесс **"извлечения"** знаний специалиста, осуществляемый инженером знаний.

В настоящее время наиболее широко используется процесс типа метода **"проб и ошибок"**.

**Наиболее распространенный метод "проб и ошибок состоит из следующих трех этапов:**

- ▣ **Структурирование предметной области** путем построения хорошей модели процесса решения задач, осуществляемого специалистом-человеком.
- ▣ **Создание работающей модели-прототипа экспертной системы**
- ▣ **Следование бесконечному циклу** из "проверки", "отладки" и "усовершенствования".

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОЛОГ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПРОДУКЦИЙ

---

**Сравнительно недавно язык Пролог являлся удобным средством разработки экспертной системы.**

Язык Пролог рассматривается как система продукций:

1. Пролог **дает базу данных**, в которой можно **расположить правило продукции в виде:**

**заключение ЕСЛИ   предусловие 1**

**И   предусловие2**

В "логической" интерпретации языка Пролог это означает:

Чтобы доказать заключение

**доказать предусловие1 и**

**доказать предусловие2**

2. Пролог **позволяет хранить также и факты в форме правил**, показанных выше, но у которых **нет предусловий**.

3. **Управляющий механизм**, обеспечиваемый системой Пролог, известен как поиск в глубину или рассуждение в обратном направлении.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОЛОГ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПРОДУКЦИЙ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

**Игрушечная экспертная система**, предназначенная для различения животных и записанная на языке Пролог с использованием правил, показанных в структуре на рис. 2, имеет следующий вид:

1.1.0 это - (обезьяна) :-

1.1.1 это - (млекопитающее),

это - (хищник),

имеет (рыжевато-коричневый-цвет),

имеет (темные-пятна).

1.2.0 это - (тигр) :-

1.2.1 это — (млекопитающее),

это - (хищник),

имеет (рыжевато-коричневый-цвет),

4 имеет (черные-полосы).

1.3.0. это – (жираф) :-

**Полное описание правил представлено в файле «Техника использования знаний на языке пролог\_01.pdf»**

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОЛОГ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПРОДУКЦИЙ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

---

**Игрушечная экспертная система**, предназначенная для различения животных и записанная на языке Пролог с использованием правил, показанных в структуре на **рис. 2**, имеет следующий вид:

1.1.0 это - (обезьяна) :-

1.1.1 это - (млекопитающее),

2        это - (хищник),

3        имеет (рыжевато-коричневый-цвет),

4        имеет (темные-пятна).

1.2.0 это - (тигр) :-

1.2.1 это — (млекопитающее),

2        это - (хищник),

3        имеет (рыжевато-коричневый-цвет),

4        имеет (черные-полосы).

1.3.0. это – (жираф) :-

Полное описание правил представлено в файле «Техника использования знаний на языке пролог\_01.pdf»

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОЛОГ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПРОДУКЦИЙ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

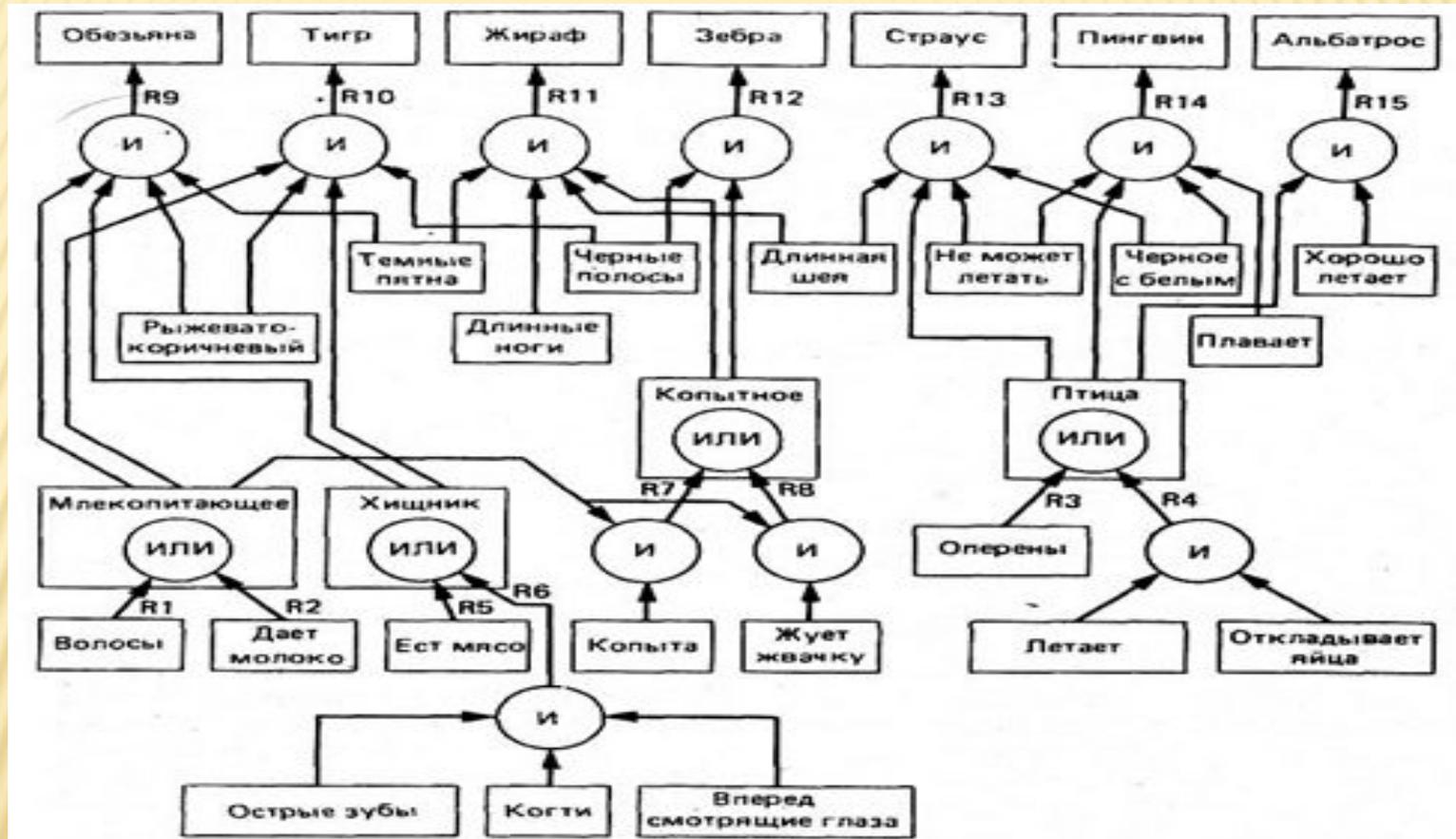


Рис. 2. Пример сети для простой системы, основанной на правилах.

В прямоугольниках размещаются утверждения, кружочки представляют способы их комбинирования, а метки R1, R2 и т.д. указывают номер правил<sub>19</sub>

# ОБОБЩЕНИЯ

---

В рассмотренном примере для достижения необходимого решения использованы **задачи различения животных**.

При использовании в программе **широкого набора данных**, она **будет продолжать задавать вопросы, на которые уже давали ответы**, что является **недостатком**.

Для повышения эффективности **поиска путей решения** производится часто используется **алгоритм подрезания дерева поиска**.

Рассмотренная программа содержит лишь **одну** из характеристик экспертных систем - **"вопросы, порождаемые в процессе вывода"**.

**Э**то означает, что система **не запрашивает информацию случайным образом**, а запрашивает лишь то, что ей необходимо для осуществления процесса рассуждения.

## ОБОБЩЕНИЯ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Для обеспечения более успешной работы рассмотренного примера, правила можно записать более естественным образом:

### **Правило 100**

ЕСЛИ свойство — волосатый

ТО группа - млекопитающие  $ku$  800

В этом примере  $ku$  обозначает коэффициент уверенности, благодаря которому в систему вносится в определенной степени вероятностное рассуждение.

Ниже приведен неполный перечень характеристик, которые должны быть привнесены в экспертную систему, либо путем последовательного добавления, либо с самого начала:

1. Запрос данных, порождаемый ходом вывода.
2. Отчетность (объяснение поведения) .
3. Прозрачность (обучающая компонента).
4. Автоматическое пополнение совокупности правил.
5. Серьезное обучение.
6. Вероятностное рассуждение (неуверенность в фактах, правилах и управлении) .

**Задание.** Рассмотреть приложение Б для разработки экспертной системы на основе сформулированных правил.