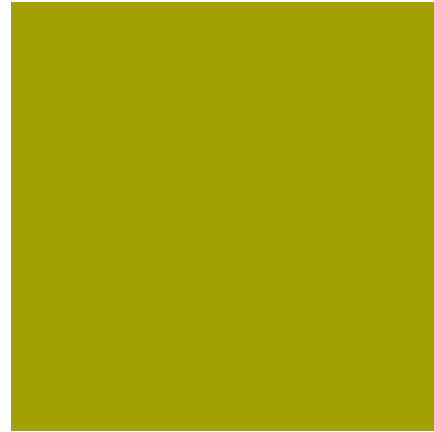


Lecture 3. Goal Trees and Rule-Based Expert Systems

Коваленко Анастасия
Рожков Игорь
Степанова Полина



Содержание лекции

- Понятие ЭС (история, наглядный пример)
- Архитектура ЭС
- Построение рассуждений в ЭС
 - Деревья решений
- Области применения и примеры ЭС
- Демонстрация работы ЭС на правилах

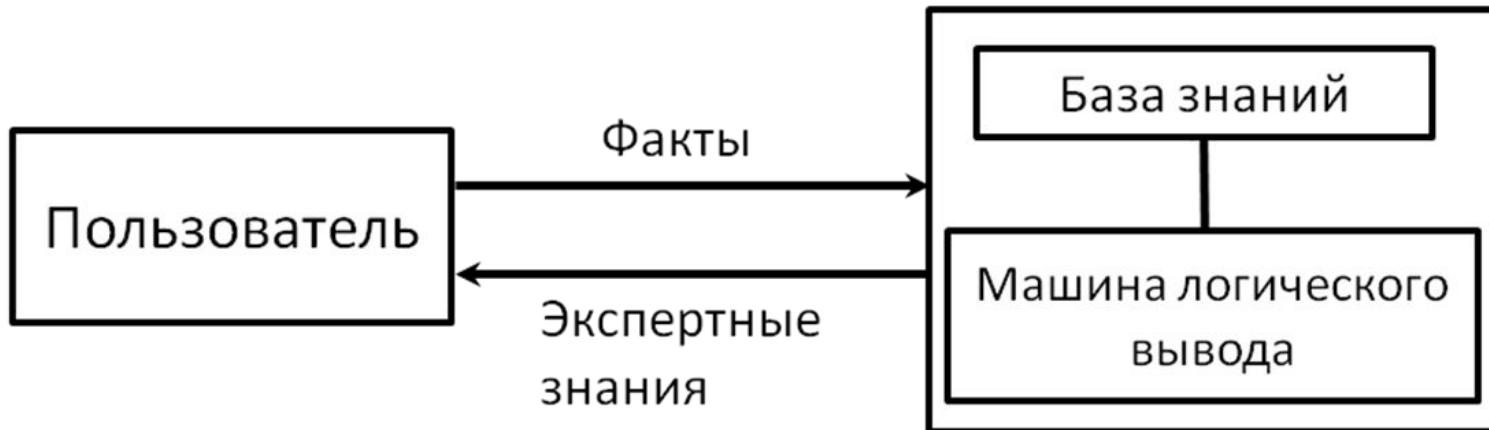
История вопроса

- Появление компьютеров в 1940-х – 1950-х => желание создать машину, способную “мыслить”
- 1970-е: вместо поиска универсального алгоритма мышления и решения задач => моделирование **конкретных знаний специалистов-экспертов**
- Новый подход к решению задач ИИ - **представление знаний**
- Первые значительные ЭС появились в области медицины - могли принимать диагностические решения
 - mycin, caduceus, dendral

Экспертная Система

(система основанная на знаниях)

- **Экспертная система** - программа, аккумулирующая знания специалистов (экспертов) в определенной предметной области и оперирующая ими с целью выработки рекомендаций или решения проблем.



Особенности ЭС

- Доступнее и дешевле услуг эксперта-человека
- Может использоваться там, где жизнь эксперта была бы под угрозой
- Знания собраны из многих источников, не искажаются со временем
- Неизменно правильный, полный, обоснованный ответ в любых обстоятельствах
- Плохо соотносится с реляционными базами данных

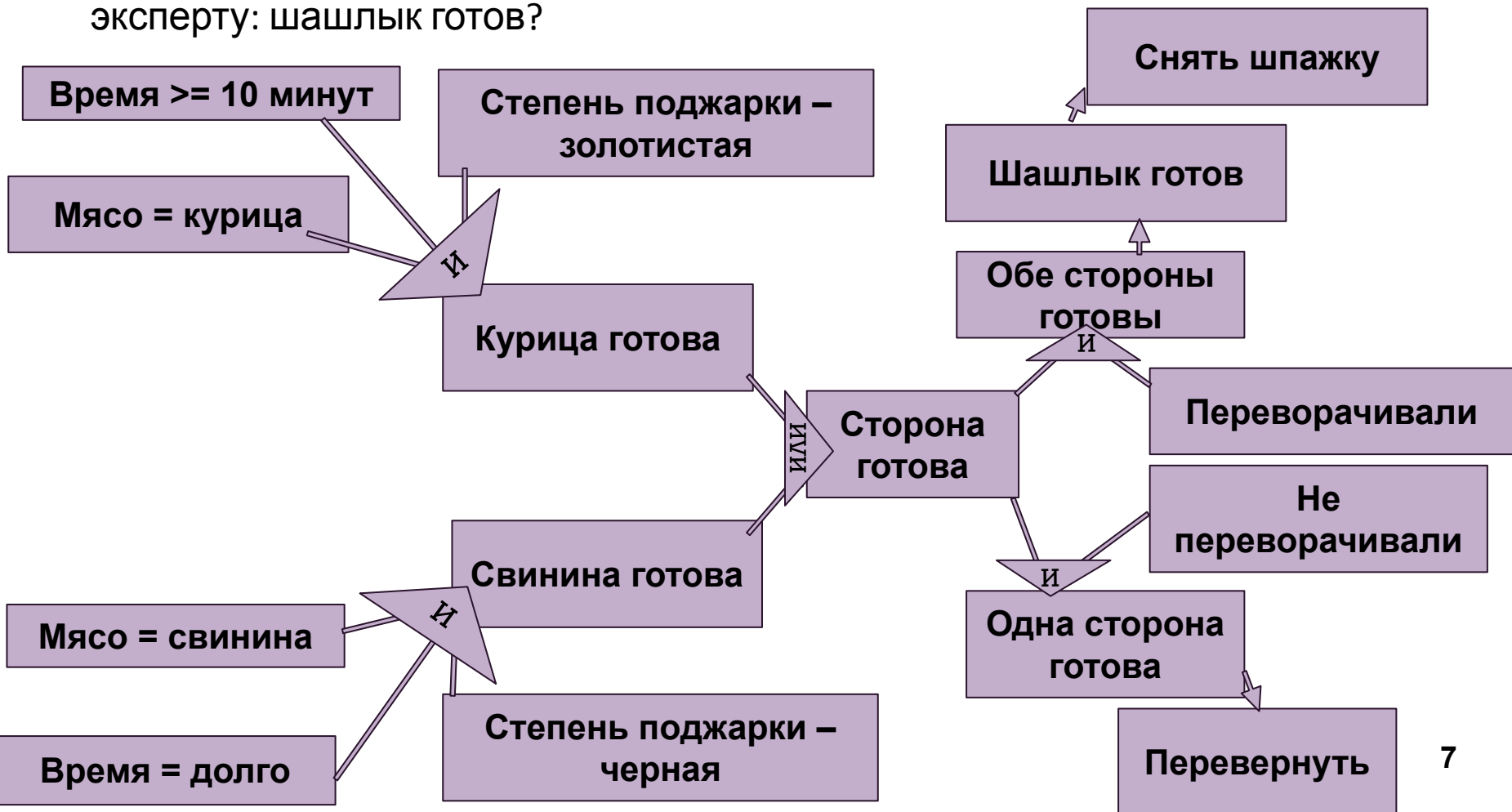
ЭС наглядно

- Будем готовить шашлык
- Упрощенная схема. Пусть есть только курица или свинина, одна установленная шпажка с мясом и один готовый мангал. Как готовить?

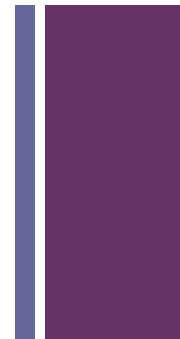


ЭС по приготовлению шашлыка

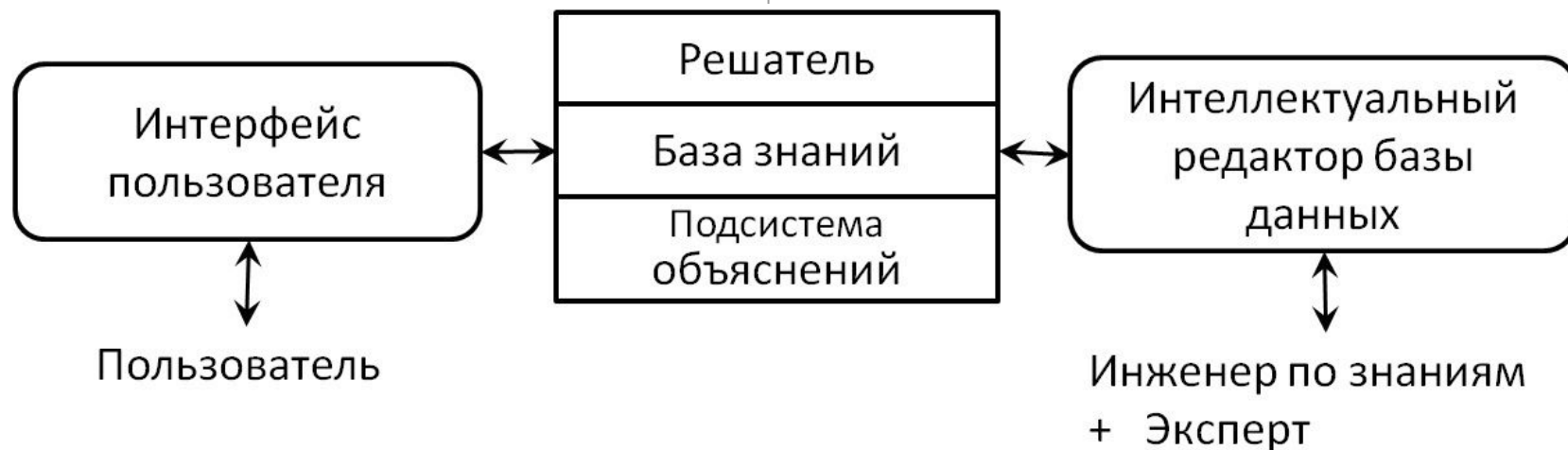
Пусть на горящем мангале лежит шпажка с мясом. Вопрос к эксперту: шашлык готов?



Архитектура ЭС



<u>Основные функции ЭС</u>	<u>Элементы ЭС</u>
■ Приобретение знаний	■ Подсистема усвоения знаний
■ Представление знаний	■ База знаний
■ Управление процессом поиска решения	■ Решатель (машина вывода)
■ Разъяснение принятого решения	■ Подсистема объяснения



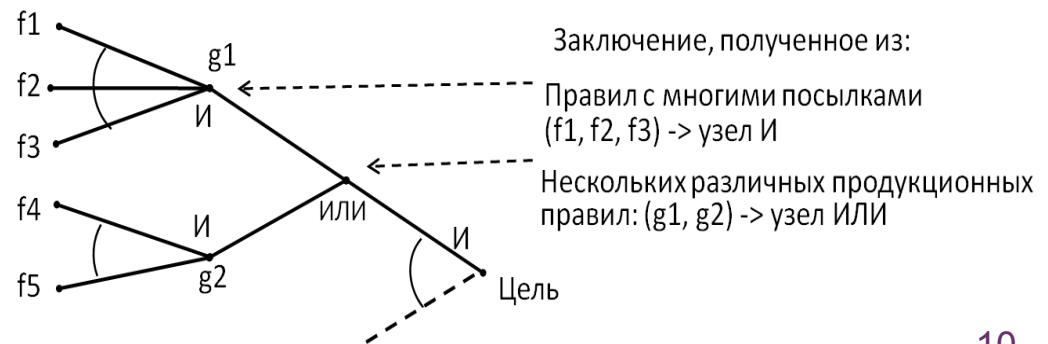
Представление знаний

- **База знаний (БЗ)** – ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, описанных с использованием выбранной модели их представления.
- ЭС по методу построения рассуждений на основе:
 - правил ЕСЛИ-ТО (продукций)
 - моделей (семантические сети, фреймы)
 - опыта (базы решений, нейронные сети) или комбинации этих способов
- Получение знаний и выбор представления - задача **инженерии знаний**



Связь ЭС с деревьями целей

- Построение рассуждения в ЭС можно представить в виде **дерева целей**.
- **Дерево целей (И-ИЛИ дерево, дерево решений)** – ориентированный граф, отражающий разделение задачи на подзадачи.
 - исходная задача - корень дерева
 - подзадачи - поддеревья

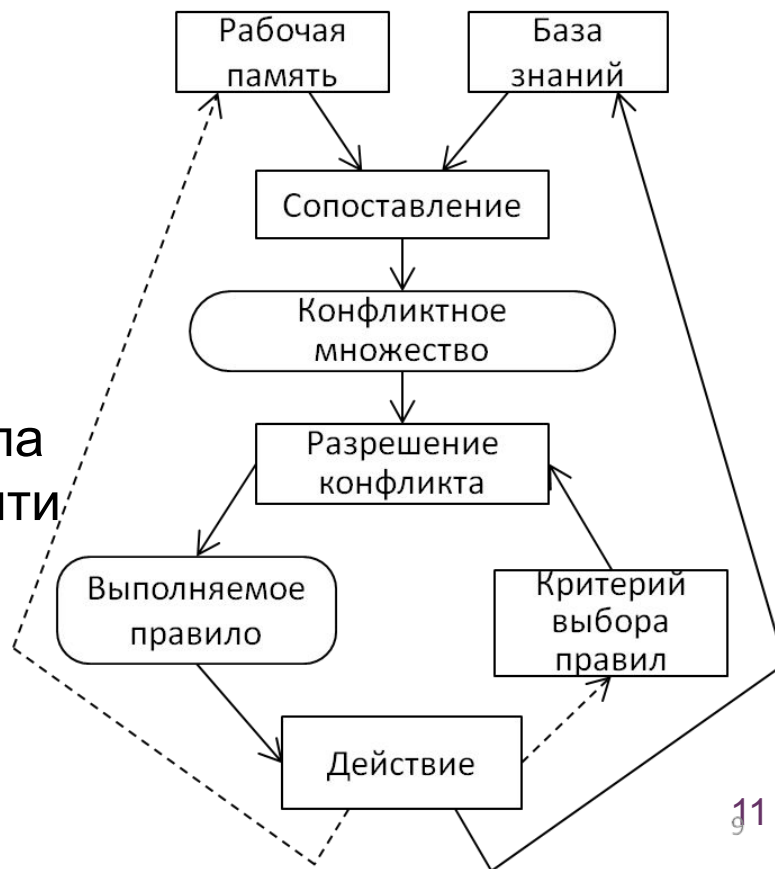


Механизм вывода

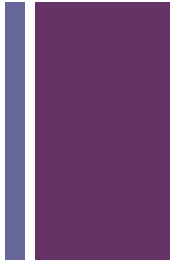
- **Машина вывода(решатель)**—программа, имитирующая логический вывод эксперта, пользующегося данной базой знаний для интерпретации поступивших в систему данных.
- Компоненты **вывода и управления**.

Цикл работы решателя:

- Выборка правил-кандидатов
- Разрешение конфликтов
- Срабатывание подходящего правила
- Действие, изменение рабочей памяти



Управление выводом



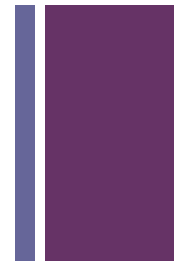
Проблема управления – разрешение конфликтов между правилами (приоритет выбора правила в узле ИЛИ):

- Исчерпывающим перебором
- Выбором правила с помощью оценки
- Управление с помощью метаправил

Метазнания – знания системы ИИ о ее собственных знаниях: как они структурированы, как и при каких условиях их можно менять.

Метаправило – правило, описывающее способы использования и взаимодействия других правил.

Управление выводом



Выбор правила с одинаковой посылкой:

П1: утечка серной кислоты -> использовать анион-обменник
(дорого, опасность невелика)

П2: утечка серной кислоты -> использовать уксусную кислоту
(дешево, опасность велика)

Возможные метаправила:

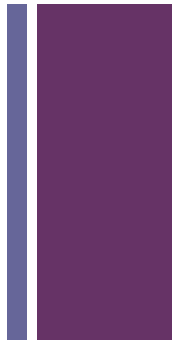
П3: прежде всего использовать правило, требующее минимальных затрат

П4: прежде всего использовать правило с минимальной степенью опасности

Направление вывода по дереву целей

- Порядок вывода в ЭС:
 - **Прямой** - от фактов к гипотезе (прогнозирование)
 - **Обратный** - от гипотезы к фактам (диагностика)
- Прямой - ЭС на основе правил с прямой связью (**forward-chaining rule-based expert system**)
 - движение по дереву целей от листьев к корню.
- Обратный - ЭС на основе правил с обратной связью (**backward-chaining rule-based expert system**)
 - движение по дереву целей от корня к листьям.

Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ



■ Известные факты

есть шерсть

вперед
смотрящие глаза

есть когти

ест только мясо

острые зубы

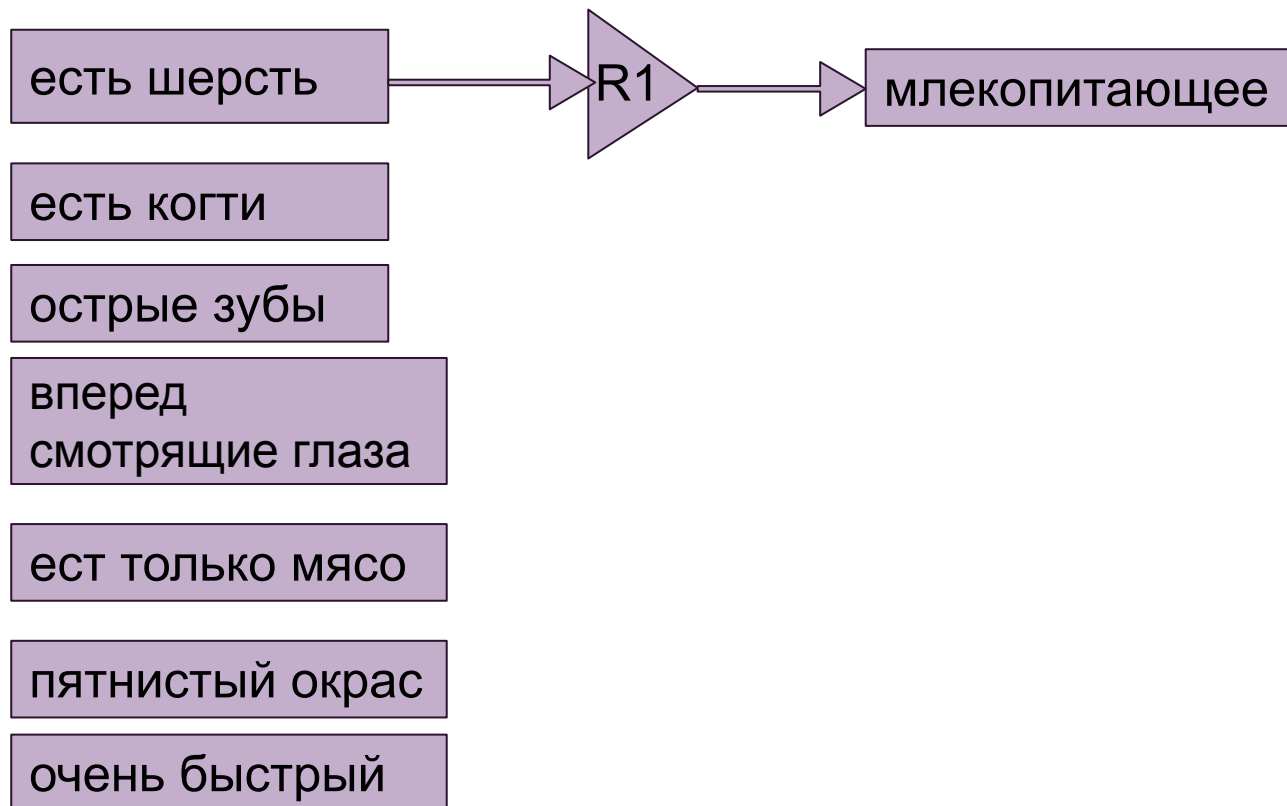
пятнистый окрас

очень быстрый

■ Какой вывод о животном может быть сделан?

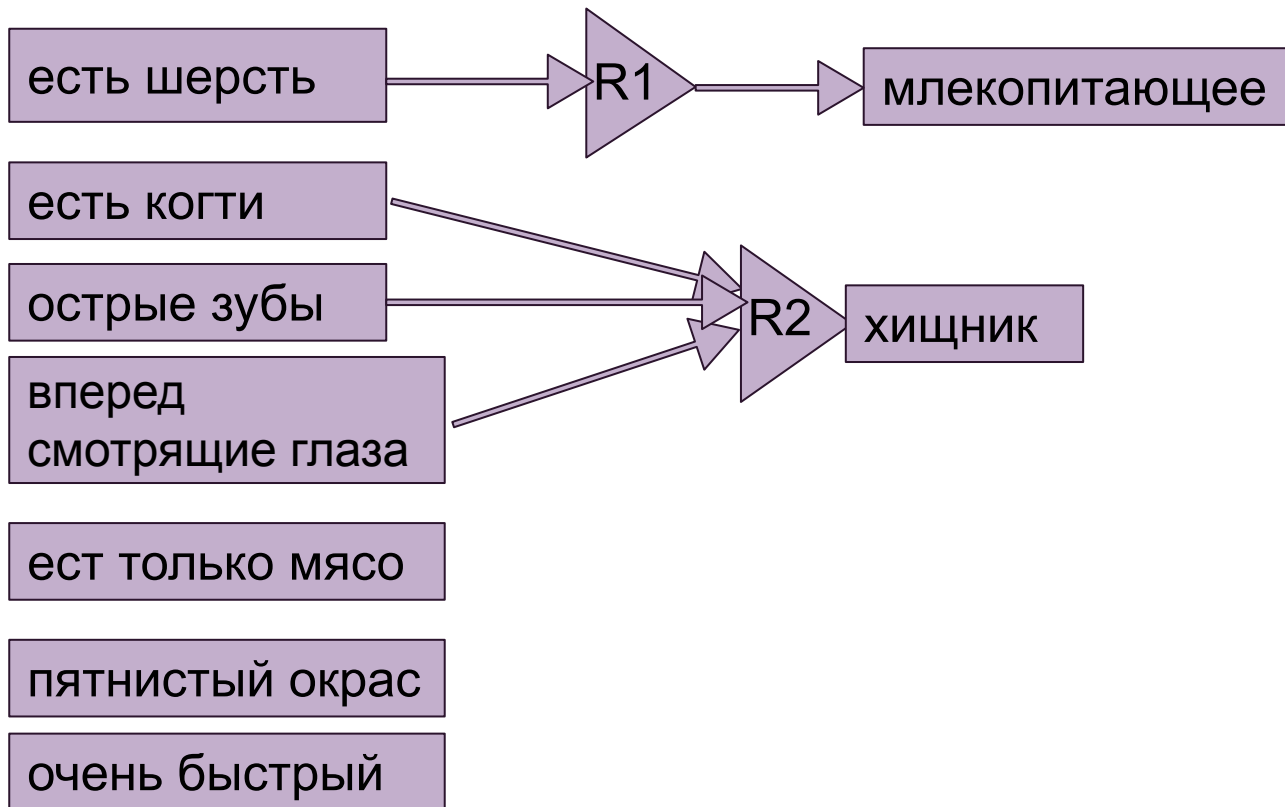
Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ

- Применяем известные правила к фактам



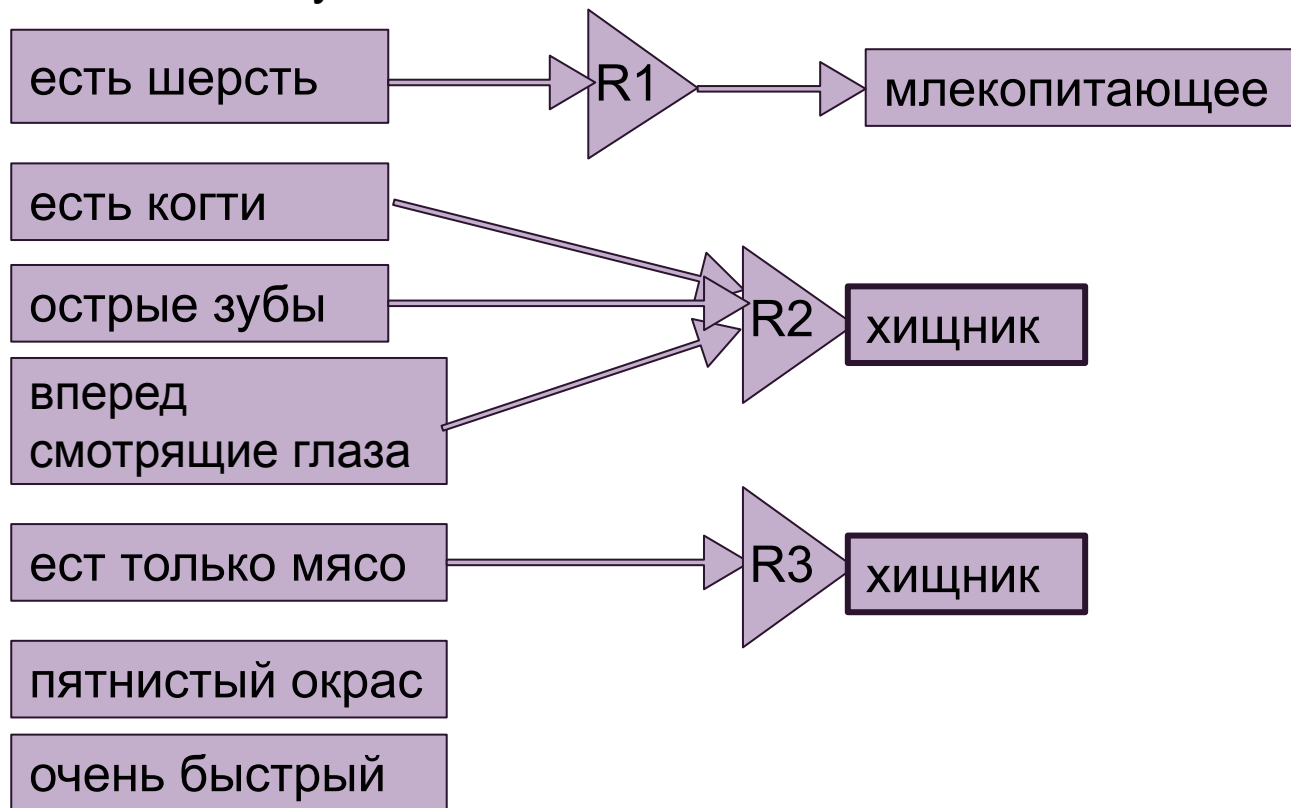
Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ

- Применяем известные правила к фактам



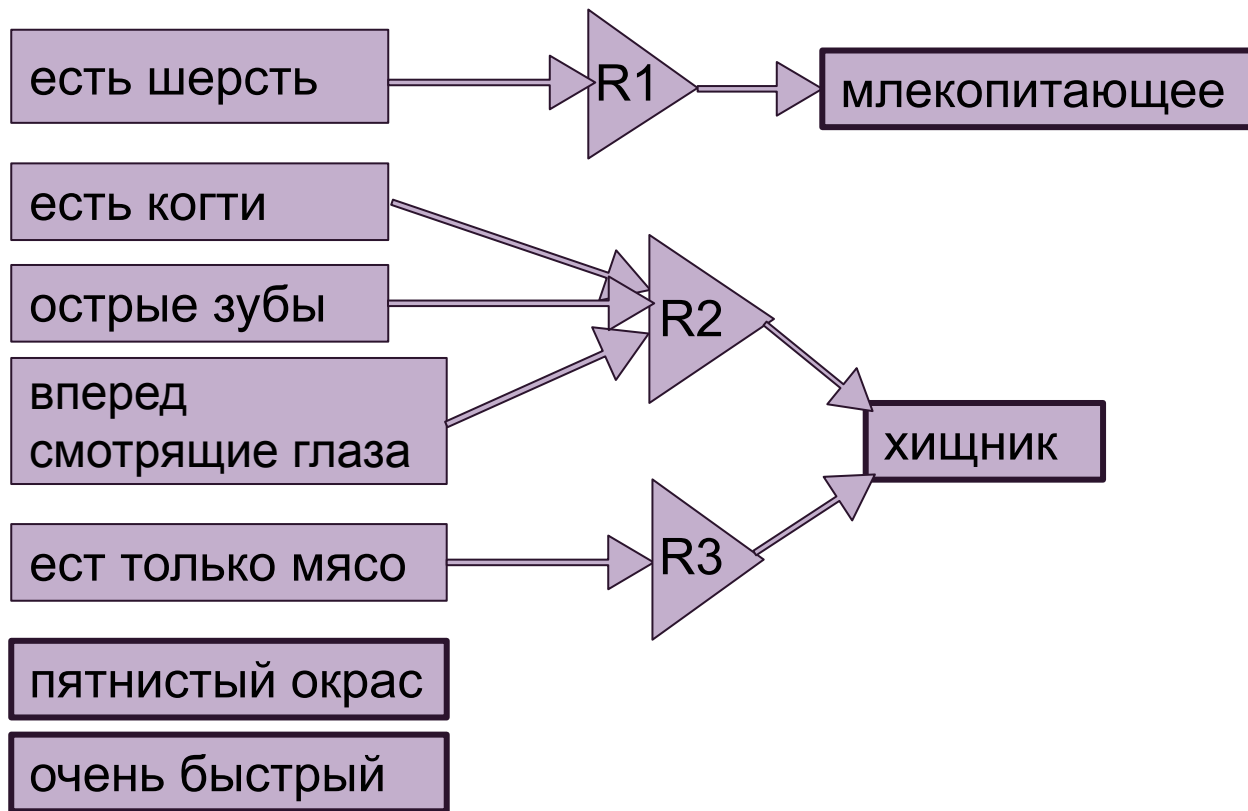
Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ

- Несколько правил могут приводить к одинаковому выводу



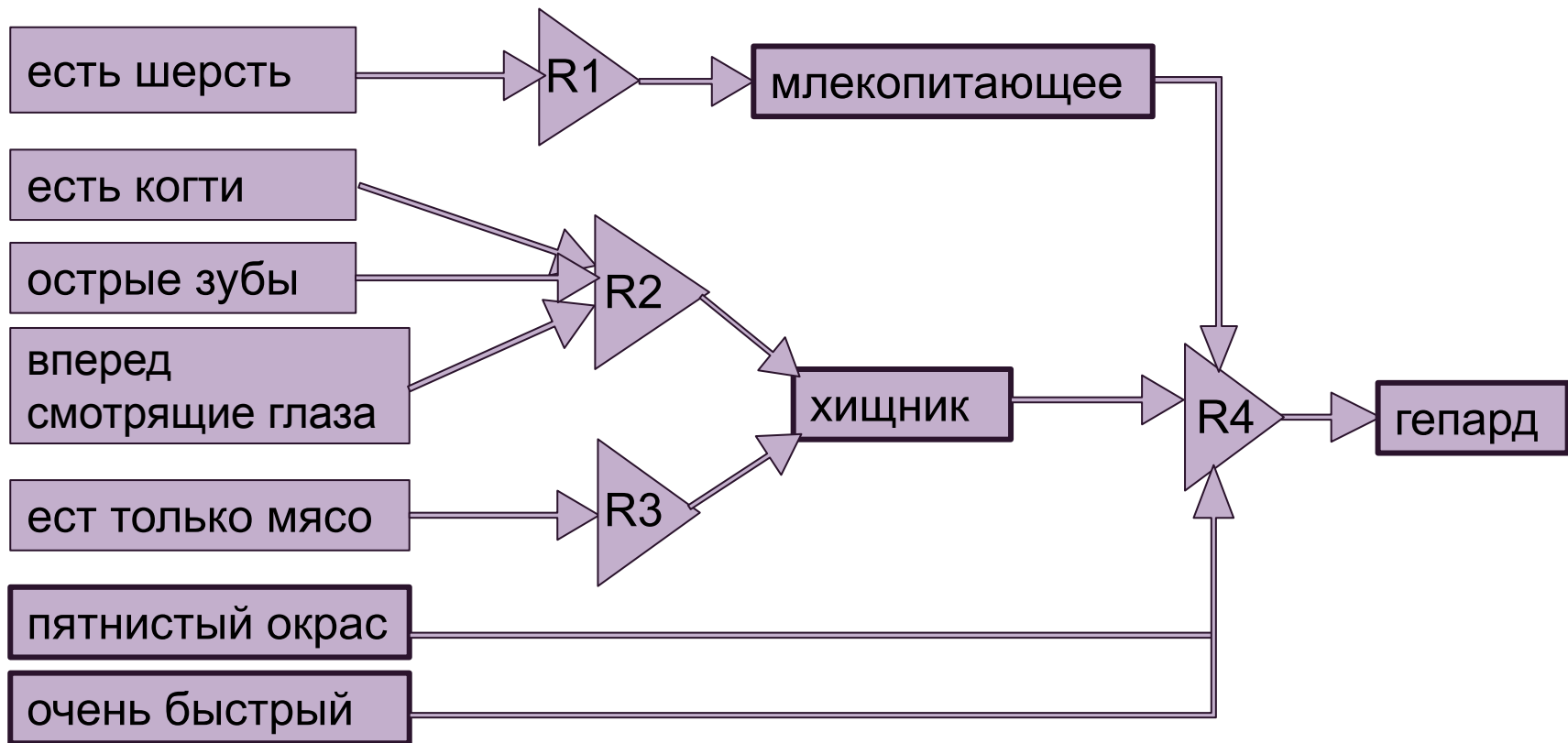
Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ

- Применяем известные правила к фактам



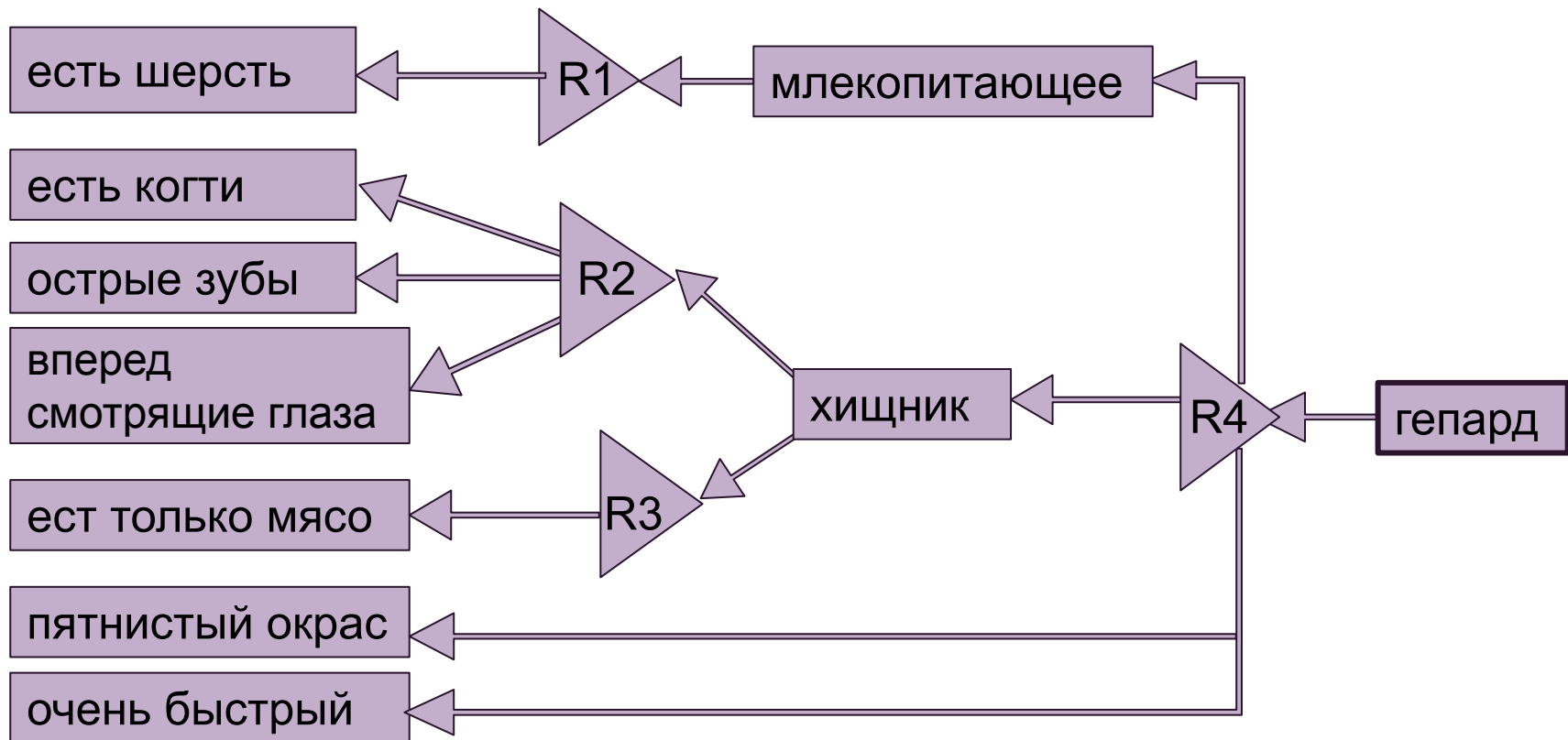
Экспертные системы на основе правил с прямой СВЯЗЬЮ

- Применение правила приводит к получению финального вывода
- Построено И-ИЛИ дерево (дерево целей)



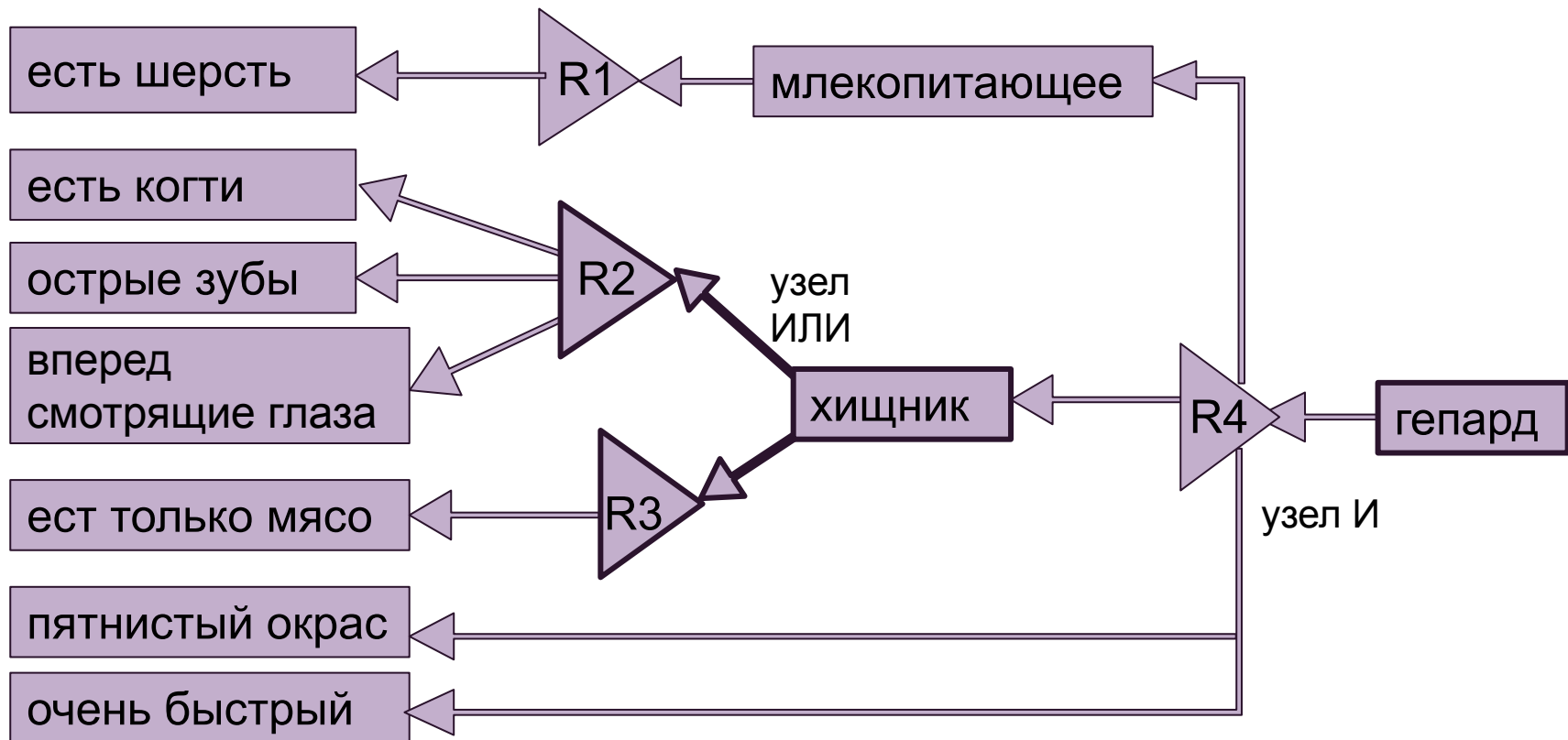
Экспертные системы на основе правил с обратной СВЯЗЬЮ

- Рассуждение от гипотезы к попыткам доказательства



Экспертные системы на основе правил с обратной СВЯЗЬЮ

- Рассуждение от гипотезы к попыткам доказательства



Преимущества и недостатки ЭС с прямой связью



Преимущества:

- ★ Получение новых знаний
- ★ Возможность сделать сразу несколько выводов

Недостатки:

- Полный процесс вывода цепочки рассуждений может занять много времени
- Объяснения фактов или наблюдений не очень прозрачны

Преимущества и недостатки ЭС с обратной связью



Преимущества:

- ★ Эффективный вывод без анализа альтернативных ветвей
- ★ Более быстрый метод рассуждения

Недостатки:

- Необходимость использования метаправил для выбора среди альтернатив

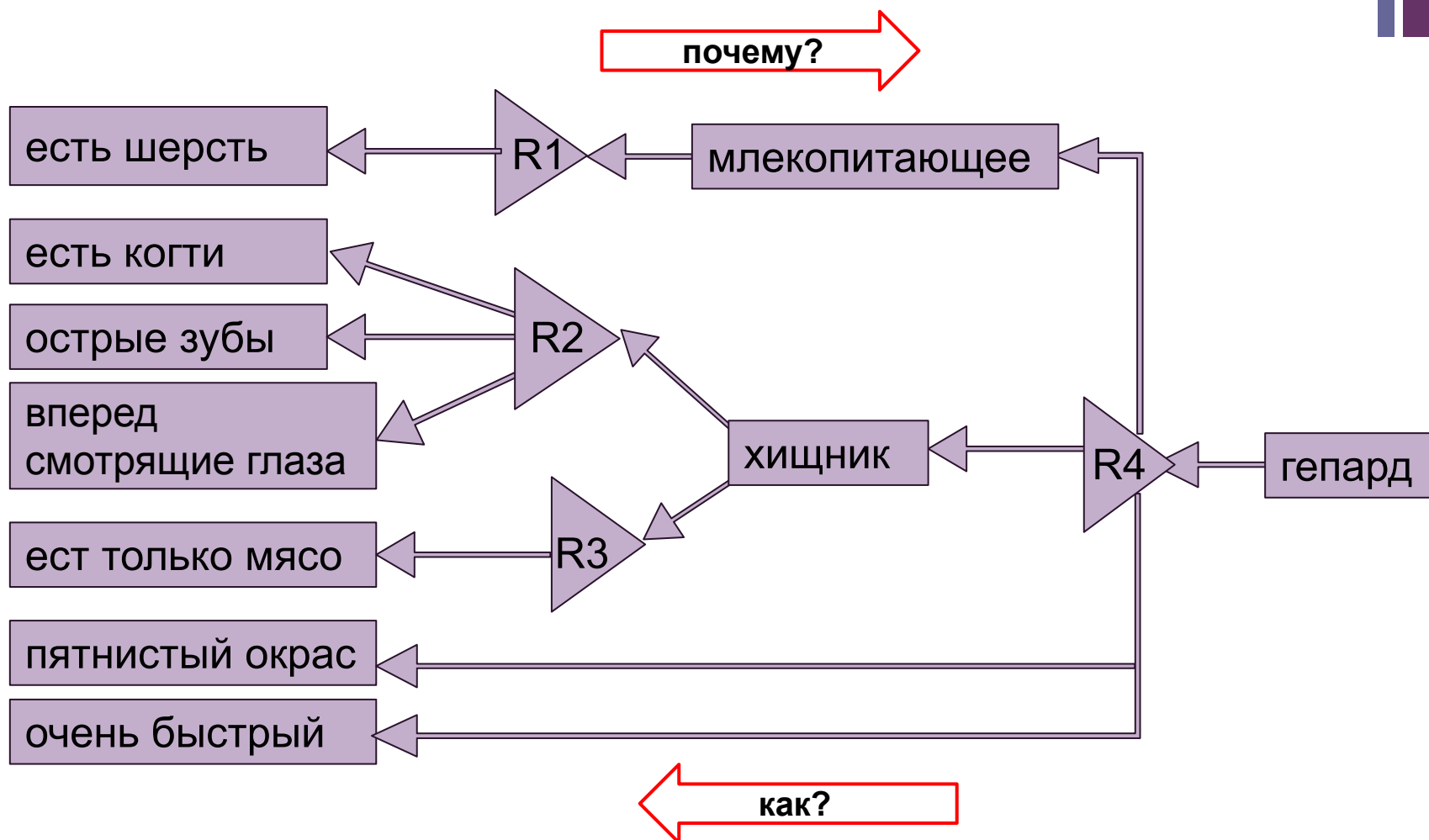
Подсистема объяснений

“ЭС - программа, которая может ответить на вопросы о своем поведении”

Что объяснять?

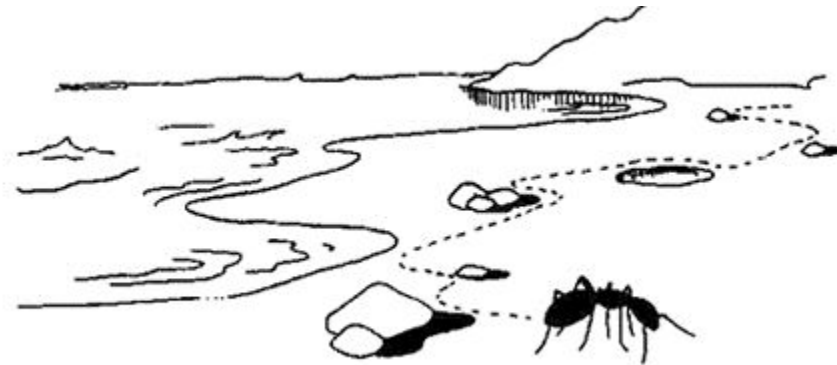
- как получено решение
- как использована некоторая информация (факты, правила)
- **почему** использована или нет некоторая информация
- что использовано в целом при решении задачи

Подсистема объяснений



Сложность поведения

Герберт Саймон: Муравей Саймона (1969 г.)



Сложность поведения =
 $\text{MAX}(\text{Сложность окружения}, \text{Сложность программы})$

Области применения

ЭС применяются при решении **задач анализа и синтеза**:

- **Анализ**: задана модель исследуемого объекта, требуется определить ее неизвестные характеристики.
- **Синтез**: заданы условия, которым удовлетворяют характеристики модели объекта, требуется построить эту модель.
- Комбинированные задачи.

ЭС полезны для решения **слабо структурированных задач**: нет алгоритмического решения из-за слишком большого количества параметров и

Классификация ЭС: задачи

■ Анализ

- *интерпретация данных*
- *диагностика (медицинская/технологическая)*

■ Синтез

- *проектирование*
- *планирование*

■ Комбинированные

- *обучение*
- *мониторинг*
- *прогнозирование*
- *управление*
- *поддержка принятия решения*

Примеры ЭС: **DENDRAL**

- Разработка: 1960е, Стенфордский университет, Lisp
 - Heuristic Dendral - вывод
 - Meta-Dendral - приобретение знаний (правил)
- Задача: проектирование - определение возможной молекулярной структуры химического соединения по его спектру масс
- Считается первой программно реализованной ЭС

Примеры ЭС:MYCIN

- Разработка: 1970е, Стенфордский Университет, Lisp
 - Вопросно-ответная система, ~600 правил
- Задача: диагностика бактериальных инфекций, рекомендация лекарства
- Результат: 69% приемлемых предложений лечения
- Не применялась на практике из этических соображений и неприемлемо долгого сеанса работы
 - 1980е - пустые “оболочки” ЭС на основе MYCIN

Примеры ЭС:PROSPECTOR

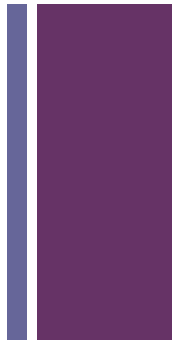
- Разработка: 1970е, Стенфордский исследовательский институт
 - Совмещение правил и организации БЗ в виде семантической сети
 - Предложение и доказательство гипотезы
- Задача: интерпретация данных - помощь в геологической разведке потенциальных месторождений полезных ископаемых

Примеры ЭС:PROUST

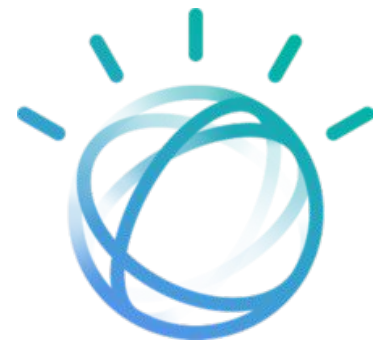


- Разработка: 1985, Lisp
 - Фреймовое представление знаний о программировании
 - Библиотека описаний задач
 - База знаний распространенных ошибок
- Задача: обучение - обнаружение несинтаксических ошибок в программах на языке Паскаль у начинающих программистов
- Принцип работы:
 - Формирование гипотез о используемых методах
 - Синтез возможных верных реализаций
 - Сравнение с представленным решением

Примеры ЭС: **IBM WATSON**



- Разработка: 2006, Проект IBM DeepQA, Java, C++ и Prolog
 - Распределенная система, параллельность, машинное обучение
 - Вопросно-ответная система общего назначения
- Исходная задача: отвечать на вопросы викторины Jeopardy! соревнуясь с живыми игроками
- Реальные применения: поддержка меддиагностики, торговая рекомендательная система, реклама, ассистент преподавателя, бизнес аналитика и т.д.



Демонстрация работы ЭС на правилах



ПРАВИЛА:

0) ЕСЛИ ?x амбициозен

И ?x сквиб

ТО ?x не успеваает в семестре

1) ЕСЛИ ?x живет в башне

Гриффиндор

ТО ?x протагонист

2) ЕСЛИ ?x живет в подземелье

Слизерин

ТО ?x антагонист

И ?x амбициозен

3) ЕСЛИ ?x протагонист ИЛИ ?x

антагонист

И ?x амбициозен

ТО ?x усердно занимается

4) ЕСЛИ ?x усердно занимается

И ?x протагонист

ТО ?x дружится с Гермионой

5) ЕСЛИ ?x целует ?y

И ?x живет в башне Гриффиндор

И ?y живет в подземелье

Слизерин

ТО ?x не успеваает в семестре

Демонстрация работы ЭС на правилах

ФАКТЫ:

- 0) Миллисент живет в подземелье Слизерин
- 1) Миллисент амбициозна
- 2) Симус живет в башне Гриффиндор
- 3) Симус целуется с Миллисент

ГИПОТЕЗА: Миллисент дружится с Гермионой