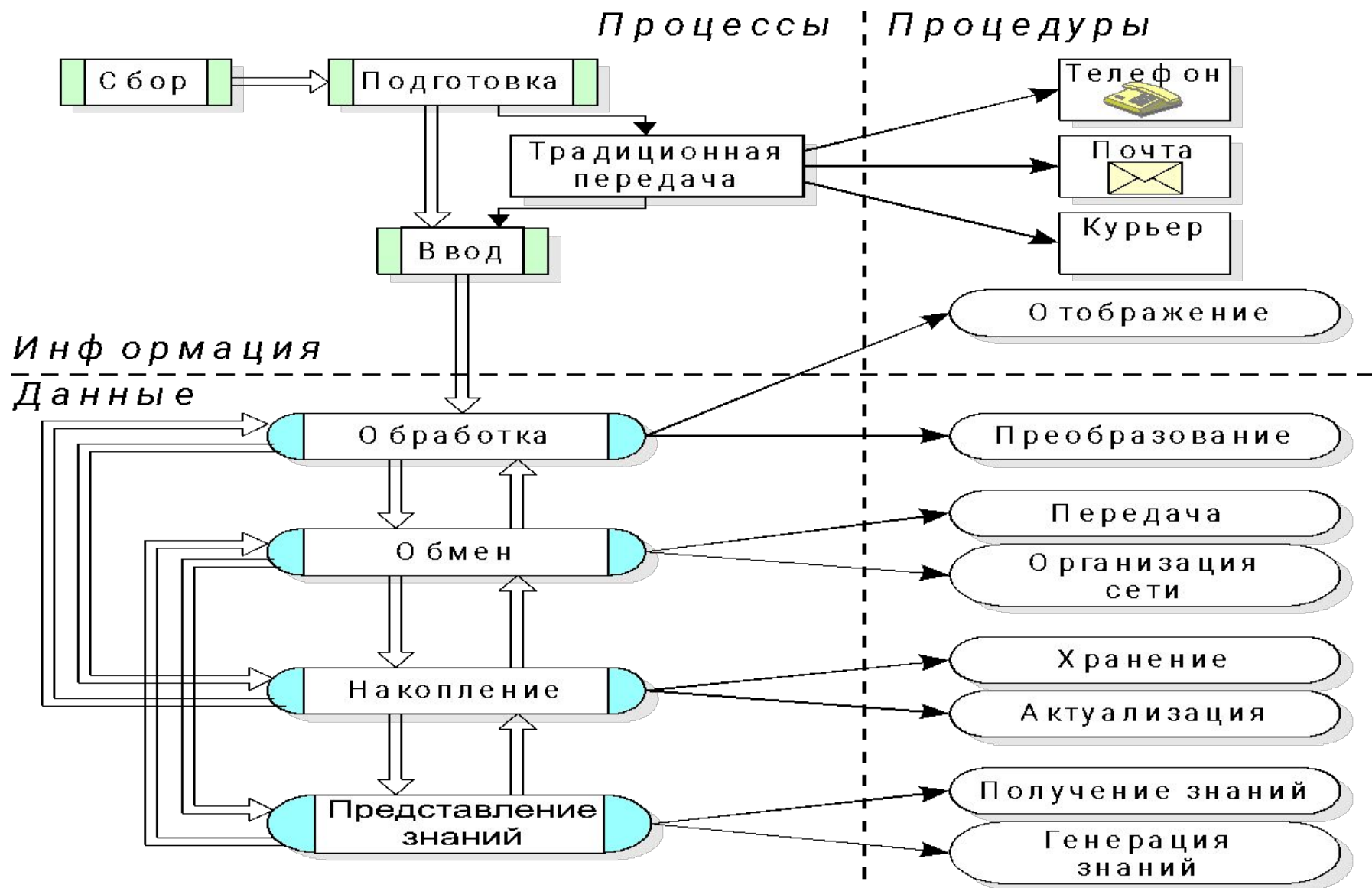


Информационный процесс представления знаний

1. Основные понятия *интеллектуальных информационных технологий (ИИТ)*.
2. Свойства и типы **знаний**.
3. **Модели** представления знаний.
4. **Приобретение** знаний.



Концептуальная модель базовой информационной технологии

- Одним из основных путей повышения качества управления сложными организационными системами является создание *интеллектуальных информационных технологий (ИИТ)*.
- **Интеллектуальные информационные технологии (ИИТ)** помогают человеку ускорить анализ политической, экономической, социальной и технической ситуации, а также - синтез управленческих решений.
- ИИТ нужны для повышения эффективности принятия решений в условиях, связанных с возникновением проблемных ситуаций. В этом случае **любая жизненная или деловая ситуация** – от выбора партнера по жизни до социального конфликта - **описывается в виде некоторой познавательной модели (когнитивной схемы, архетипа, фрейма и пр.)**, которая впоследствии используется в качестве основания для построения и проведения моделирования, в том числе - компьютерного.

Под **интеллектуальными информационными технологиями** обычно понимают такие информационные технологии , в которых предусмотрены следующие возможности:

- **наличие баз знаний**, отражающих опыт конкретных людей, групп, обществ, человечества в целом, в решении творческих задач в выделенных сферах деятельности, традиционно считавшихся прерогативой интеллекта человека (например, такие плохо формализуемые задачи, как принятие решений, проектирование, извлечение смысла, объяснение, обучение и т. п.);
- **наличие моделей мышления на основе баз знаний**: правил и логических выводов; аргументации и рассуждения; распознавания и классификации ситуаций; обобщения и понимания и т. п.;
- **способность формировать вполне четкие решения на основе нечетких, нестрогих, неполных, недоопределенных данных**;
- **способность объяснять выводы и решения**, то есть наличие механизма объяснений;
- **способность к обучению**, переобучению и, следовательно, к развитию.

Функции интеллектуальной информационной технологии:

- 1) *описывать знания* с помощью языков представления знаний;
- 2) *организовывать накопление, хранение, анализ, обобщение и структурирование знаний;*
- 3) *вводить новые знания и объединять их с существующими в СИИ;*
- 4) *выводить новые знания из имеющихся, оперировать с неполными и неточными знаниями;*
- 5) *устранять устаревшие знания, быстро находить требуемые, проверять непротиворечивость накопленных знаний;*
- 6) *осуществлять интеллектуальный интерфейс между пользователем и знаниями.*

ИИТ —универсальны. Они практически не имеют ограничений по применению в таких областях, как управление, проектирование, машинный перевод, диагностика, распознавание образов, синтез речи и т. д.

ИИТ также находят широкое применение для распределенного решения сложных задач, совместного проектирования изделий, построения виртуальных предприятий, моделирования больших производственных систем и электронной торговли, электронной разработки сложных компьютерных систем, управления системами знаний и информации и т. п. Еще одно эффективное применение — поиск информации в Internet и других глобальных сетях, ее структуризация и доставка заказчику.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИИТ

- **60-70-е годы.** Искусственный интеллект для поддержки процессов принятия решений и управления. Появление первых персептронов (нейронных сетей), разработка методов эвристического программирования и ситуационного управления большими системами (последнее было разработано в СССР). **Персептрон (Нейронные сети)** — обучаемая система, моделирующая восприятие и распознавание образов
- **70-80-е годы.** Осознание важности знаний для формирования адекватных решений; появляются ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ, в которых активно используется аппарат нечеткой математики, разрабатываются модели правдоподобного вывода и правдоподобных рассуждений.
- **80-90-е годы.** Появляются интегрированные (гибридные) модели представления знаний, сочетающие в себе интеллекты: поисковый, вычислительный, логический и образный.

Исторически разработки в области ИИ велись в **двух основных направлениях**:

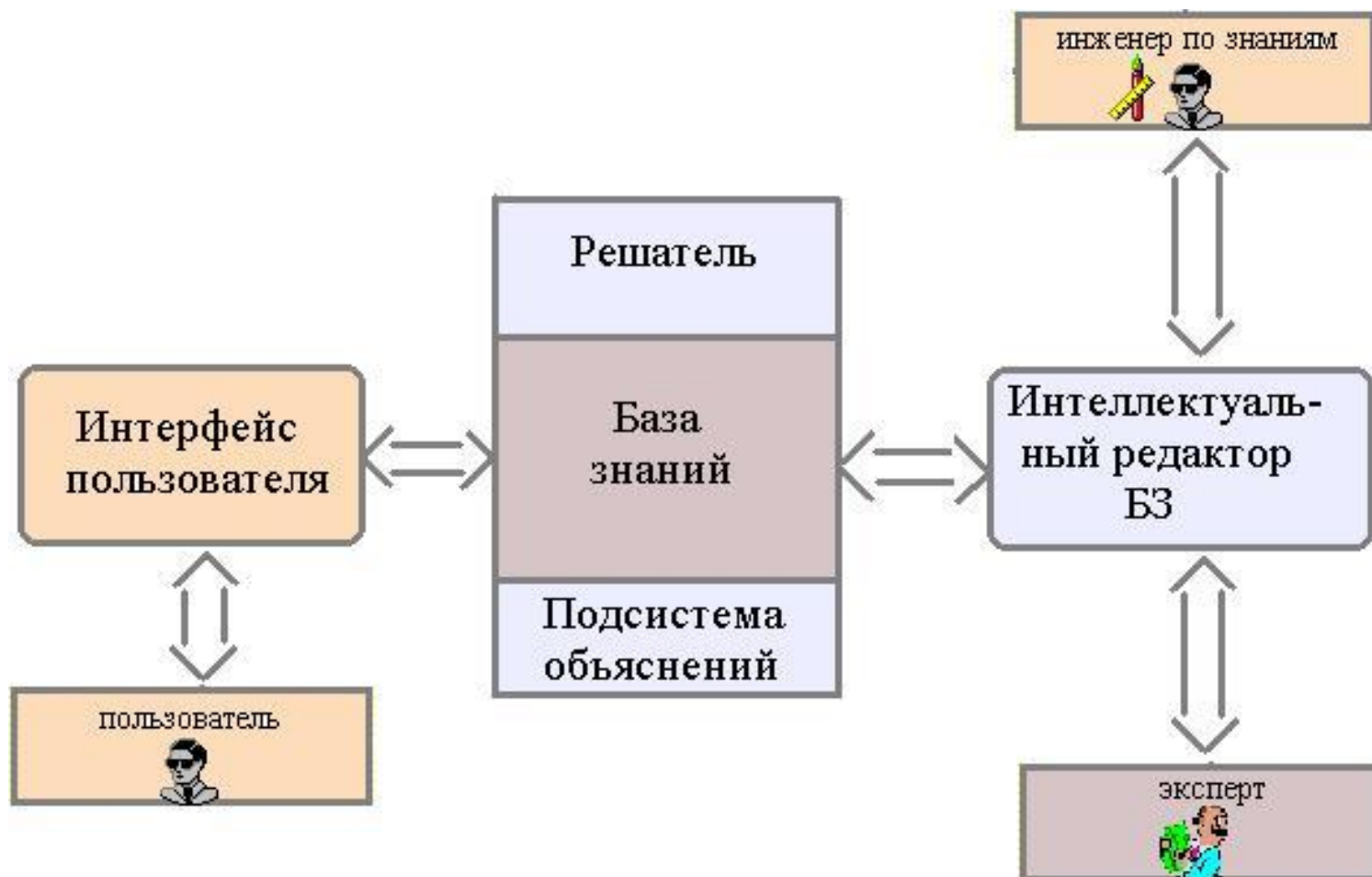
- первое направление связано с попытками **разработки интеллектуальных машин путем моделирования их биологического прототипа - человеческого мозга**. Сейчас это направление возрождается на основе развития современных аппаратных и программных средств (микрочипы на основе нечеткой логики, распределенные многопроцессорные системы, многоагентные системы, мягкие вычисления, генетические алгоритмы и нейронные сети и т.д.).
- второе направление связано с **разработками методов, приемов, специализированных устройств и программ для компьютеров**, обеспечивающих решение сложных математических и логических задач, позволяющих автоматизировать отдельные интеллектуальные действия человека (системы, основанные на знаниях, экспертные системы, прикладные интеллектуальные системы).

- Создание **ИИТ** связано с решением проблемы создания **базы знаний (БЗ)** в **экспертных системах (ЭС)**.
- **База знаний** – это формализованные знания, записанные в память компьютера, снабженные системой управления базой знаний.
- **Экспертная система** является средством информационной технологии, автоматизирующим процесс представления знаний и его процедур - **получения** и **генерации** (вывода) **знаний**.

- **База знаний**— это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными). Полноценные базы знаний содержат в себе не только фактическую информацию, но и *правила вывода*, допускающие автоматические умозаключения о вновь вводимых фактах и, как следствие, осмысленную обработку информации.
- **База знаний** — структурированная информация (база данных), которую использует кибернетическое устройство в определённой области знаний, с конкретной целью.

- **Экспёртная система** — компьютерная программа, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации.
- В информатике экспертные системы рассматриваются совместно с базами знаний как модели поведения экспертов в определенной области знаний с использованием процедур логического вывода и принятия решений, а базы знаний — как совокупность фактов и правил логического вывода в выбранной предметной области деятельности.

Экспертная система



- Создание и модификация базы знаний осуществляется совместными усилиями *эксперта* и *инженера по знаниям*. Для этой цели создается *интеллектуальный редактор* БЗ, представляющий собой программу диалогового взаимодействия, облегчающую работу с базой знаний. *Решатель* производит вывод (*генерацию*) нового знания на основе имеющихся в базе знаний. Пользователь ЭС может получить объяснение того, как была решена задача. Для этого в ЭС включают *блок объяснений*. Взаимодействие с экспертной системой пользователя происходит при помощи *интерфейса пользователя*. Центральным блоком экспертной системы является *база знаний*.

Знания - это особая форма информации, представляющая собой совокупность структурированных теоретических и эмпирических положений **предметной области**, которые представлены в различной форме, обладают определенными свойствами и связаны **синтаксическими, семантическими и прагматическими отношениями** и которые позволяют решать прикладные задачи.

Знáние — форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека.

Знáние — совокупность информации и правил вывода о мире, свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правилах использования их для принятия решений. Главное отличие знаний от данных состоит в их структурности и активности, появление в базе новых фактов или установление новых связей может стать источником изменений в принятии решений.

Свойства знаний:

1. Внутренняя интерпретируемость. В памяти ЭВМ хранятся не только отдельные информационные единицы, но и *системы имен, связанные с ними*. Наличие системы имен позволяет системе „знать“, что храниться в ее памяти, и, следовательно, уметь отвечать на запросы о содержании памяти.

2. Рекурсивная структурируемость.

Информационные единицы могут при необходимости *расчленяться на более мелкие и объединяться в более крупные* по принципу матрешки. Для этих операций могут использоваться родовидовые отношения и принадлежности элементов к классу.

- **Рекурсия** — метод определения класса объектов или методов предварительным заданием одного или нескольких (обычно простых) его *базовых* случаев или методов, а затем заданием на их основе правила построения определяемого класса.
- Другими словами, рекурсия — частичное определение объекта через себя, определение объекта с использованием ранее определённых. Рекурсия используется, когда можно выделить самоподобие задачи.

3. Взаимосвязь единиц. Между единицами возможно установление самых разнообразных отношений, отражающих семантику и прагматику связей явлений и фактов.

4. Возникновение семантического пространства с метрикой, характеризующего близость-удаленность информационных единиц. Специалисты считают, что знания не могут быть бессистемным „сборищем“ отдельных информационных единиц, а должны быть взаимосвязанными и взаимозависимыми.

5. Активность. Активность базы знаний позволяет СИИ формировать мотивы, ставить цели и строить процедуры для их выполнения.

- В настоящее время не создано баз знаний СИИ, в которых бы в полной мере были бы реализованы все свойства знаний.
Основными причинами этого являются:
ограниченные возможности используемых моделей представления знаний, неполнота знаний предметных областей,
несовершенство методов приобретения знаний и несоответствие типов используемых знаний и моделей их представления.

Классификация знаний

Глубинные знания образуются как результат обобщения первичных понятий в некоторые абстрактные структуры, которые могут и не иметь вербального описания.

Поверхностные знания представляют собой совокупность эмпирических ассоциаций и отношений между понятиями предметной области для стандартных рассуждений и ситуаций.

Мягкие знания допускают множественные, расплывчатые решения и приводят к различным вариантам рекомендаций.

Концептуальные знания выражают свойства объектов, процессов и ситуаций через понятия (базовые элементы) соответствующей области.

Экспертные знания - это знания специалистов предметной области. Они аккумулируют накопленный практический опыт, навыки и приемы в соответствующей области.

Синтаксические знания характеризуют синтаксическую структуру описываемого объекта или процесса, которая не зависит от смысла и содержания используемых при этом понятий.

Семантические знания содержат информацию непосредственно связанную со знанием и смыслом описываемых объектов и процессов.

Прагматические знания описывают объекты и процессы с точки зрения целей решаемой задачи.

В практике разработки СИИ обозначилась тенденция перехода от использования поверхностных и жестких знаний к глубинным и мягким.

К понятию „знание“ близко примыкает понятие „предметной области“.

- *Предметная область (ПрО)* - совокупность элементов, объектов, явлений, процессов, их количественных и качественных характеристик, а также связей между ними.
- ПрО может быть описана в виде некоторой совокупности сведений о её *структуре*; основных характеристиках; процессах протекающих в ней, а также способов решения задач. Значительная роль принадлежит *отношениям*. Упорядоченная и систематизированная совокупность знаний образует *модель знаний ПрО*.

- Представление знаний в СИИ является не только фундаментальным понятием, но и решающим аспектом их разработки.
- Под *представлением знаний* подразумевают *соглашение* о том, как описывать реальную *предметную область (понятия и отношения)*. С целью решения проблемы представления знаний разработаны разнообразные модели представления знаний.
- Каждая *модель знаний* определяет форму представления знаний и является формализмом, призванным отобразить *объекты, связи между ними и отношения, иерархию понятий ПрО и изменение отношений* между объектами.

Классификация моделей представления знаний

В системах искусственного интеллекта используются жесткие и мягкие модели представления знаний (МПЗ).

Жесткие модели:

- *логические;*
- *продукционные;*
- *семантические сети;*
- *фреймы.*

1. **Логические** – представляют знания в виде формул.

В основе всех логических схем представления знаний лежит понятие формальной системы, задаваемой четверкой:

$$M = \langle T, P, A, F \rangle,$$

где T - множество базовых элементов (алфавит формальной системы);

P - множество синтаксических правил, позволяющих строить синтаксически правильные выражения A из T ;

A - множество априорно истинных аксиом (любое множество синтаксически правильных выражений);

F - правила вывода, позволяющие расширять множество аксиом.

- Множество T есть *множество базовых элементов* различной природы, например **слов из некоторого ограниченного словаря, деталей детского конструктора**, входящих в состав некоторого набора и т.п. Важно, что для множества T **существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству**. Процедура такой проверки может быть любой, но за конечное число шагов она должна давать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли x элементом множества T . Обозначим эту процедуру $\Pi(T)$.
- Множество P есть множество **синтаксических правил**. С их помощью из элементов T образуют *синтаксически правильные совокупности*. Например, из **слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы**, из деталей детского конструктора с помощью гаек и болтов собираются новые конструкции. Декларируется существование процедуры $\Pi(P)$, с помощью которой за конечное число шагов можно получить ответ на вопрос, является ли совокупность X синтаксически правильной.

- В множестве синтаксически правильных совокупностей выделяется некоторое подмножество A . **Элементы A называются аксиомами.** Как и для других составляющих формальной системы, должна существовать процедура $\Pi(A)$, с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности можно получить ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству A .
- Множество B есть множество **правил вывода**. Применяя их к элементам A , можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из F . Так формируется **множество выводимых** в данной формальной системе совокупностей. Если имеется процедура $\Pi(F)$, с помощью которой можно определить для любой синтаксически правильной совокупности, является ли она выводимой, то соответствующая формальная система называется **разрешимой**. Это показывает, что именно правило вывода является наиболее сложной составляющей формальной системы.

Основная идея подхода при построении логических моделей представления знаний — вся информация, необходимая для решения прикладных задач, рассматривается как совокупность фактов и утверждений, которые представляются как формулы в некоторой логике. **Знания отображаются совокупностью** таких формул, а **получение новых знаний сводится к реализации процедур логического вывода.**

В исследованиях по искусственному интеллекту данная модель стала использоваться начиная с 50-х годов.

Достоинства логических моделей представления знаний

- В качестве «фундамента» здесь используется классический аппарат математической логики, методы которой достаточно хорошо изучены и формально обоснованы.
- Существуют достаточно эффективные процедуры вывода, в том числе реализованные в языке логического программирования Пролог, использующие механизмы автоматического доказательства теорем для поиска и логически осмысленного вывода информации
- В базах знаний можно хранить лишь множество аксиом, а все остальные знания получать из них по правилам вывода, а также Данные, факты и другие сведения о людях, предметах, событиях и процессах.

Основной недостаток

действительность не укладывается в рамки классической логики,
человеческая логика более сложная.

2. *Продукционные* — **причинно-следственные, если выполняется определенное условие, то нужно произвести некоторое действие.**

ЕСЛИ *условие* ТО *действие* (1)

ЕСЛИ *причина* ТО *следствие* (2)

ЕСЛИ *ситуации* ТО *решение* (3)

Продукционные модели, благодаря причинно-следственному характеру правил - продукций, хорошо отражают прагматическую составляющую знаний.

Продукционные модели впервые были предложены Постом в 1943 г., применены в системах искусственного интеллекта в 1972 г. При исследовании процессов рассуждения и принятия решений человеком пришли к выводу, что человек в процессе работы использует **продукционные правила**. *Правило продукций* (англ. *Production*) – это **правило вывода**.

Суть правила продукции для представления знаний состоит в том, что в **левой части ставится в соответствие некоторое условие, а в правой части действие**: если <перечень условия>, то <перечень действий>. **Если это действие соответствует значению «истина», то выполняется действие, заданное в правой части продукции**. В общем случае под условием понимается некоторое предложение, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием – действия, выполняемые при успешном исходе поиска.

Продукционные модели – это **набор, правил вида «условия – действие»**, где условиями являются утверждения о содержимом некой базы данных, а действия представляют собой процедуры, которые могут изменять содержимое базы данных. Например:
Если коэффициент соотношения заемных и собственных средств превышает единицу при низкой оборачиваемости, то финансовая автономность и устойчивость критическая.

Правила (в них выражены знания) и факты (их оценивают с помощью правил) являются основным структурным элементом систем искусственного интеллекта. Часто в практике управления правила выводятся эмпирически из совокупности фактов, а не путем математического анализа или алгоритмического решения. Такие правила называют *эвристиками*.

В продукционной модели база знаний состоит из набора правил. Программа, управляющая перебором правил – машина вывода, связывает знание воедино и выводит из последовательности знаний заключение.

Продукционные модели близки к логическим моделям, но **более наглядно отражают знания**, поэтому являются наиболее распространенными средствами представления знаний. Чаще всего они применяются в промышленных экспертных системах, в качестве решателей или механизмов выводов.

Достоинства продукционных моделей:

- наглядность;
- высокая модульность – отдельные логические правила могут быть добавлены в базу знаний, удалены или изменены независимо от других, модульный принцип разработки систем позволяет автоматизировать их проектирование;
- легкость внесения дополнений и изменений;
- простота логического вывода.

Недостатки продукционных моделей:

- при большом количестве продукционных правил в базе знаний, изменение старого правила или добавления нового приводит к непредсказуемым побочным эффектам;
- затруднительна оценка целостного образа знаний, содержащего в системе.

3. Семантические сети – для образования своей структуры используют два компонента - **вершинам сети** соответствуют **понятия** (объекты, события, процессы, явления), а **дугам**, их соединяющим, - **отношения** между понятиями.

Семантические сети основываются на результатах изучения организации долговременной памяти человека,

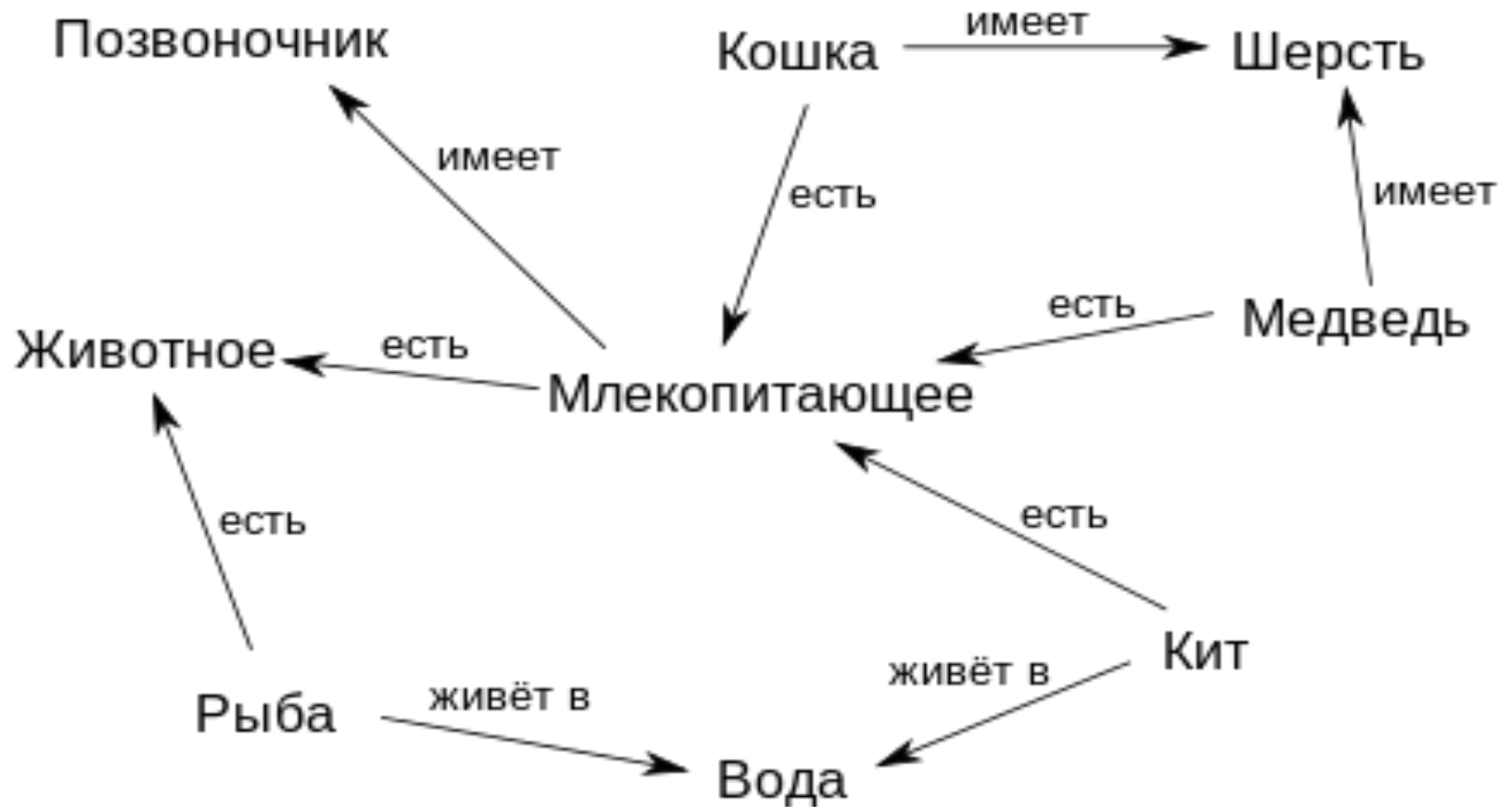
- позволяют представлять **семантику** ПрО,
 - а также осуществлять **целевую ориентацию** за счет наличия связей и отношений между понятиями
- и, таким образом, отражать прагматическую составляющую знаний.

Способ представления знаний с помощью сетевых моделей наиболее близок к тому, как они представлены в текстах на естественном языке. В его основе лежит идея о том, что вся необходимая информация может быть описана как совокупность троек: **объекты или понятия и бинарное отношение между ними.**

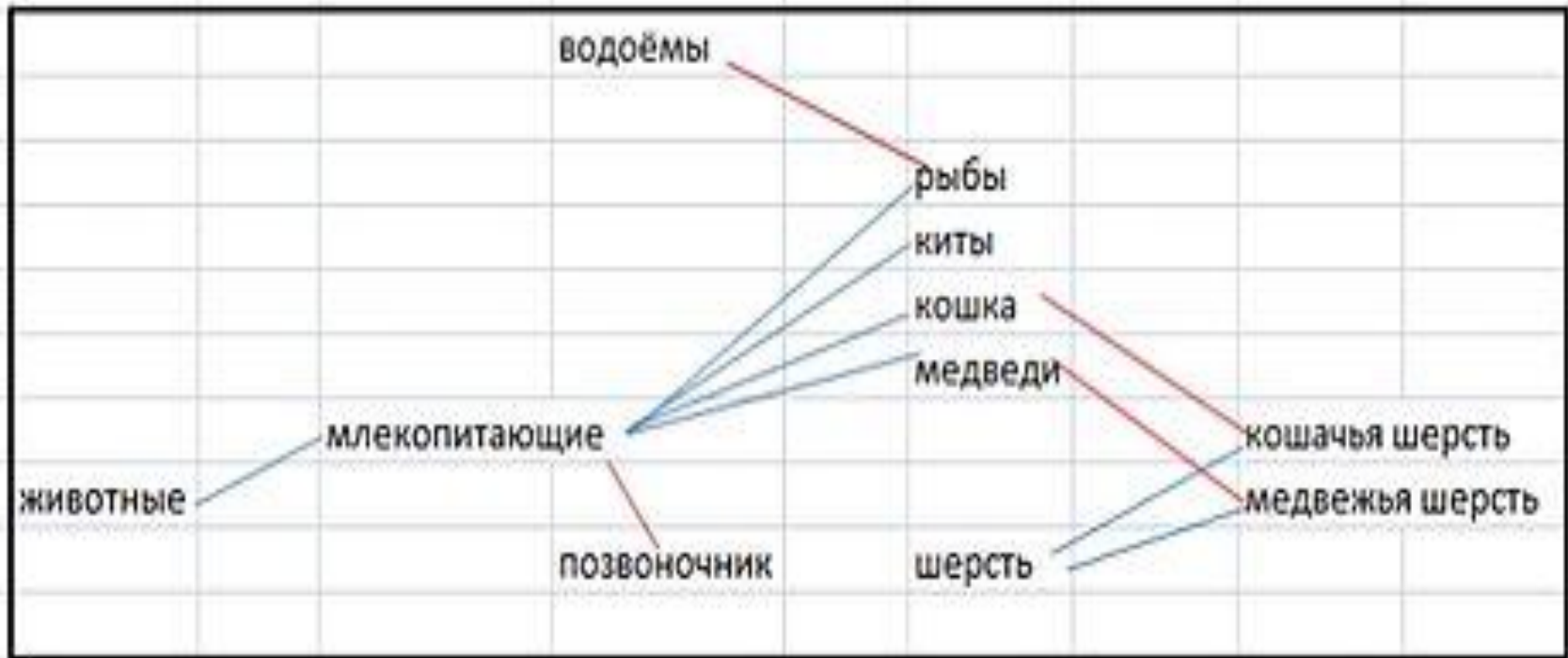
Наиболее общей сетевой моделью представления знаний являются семантические сети, в которых узлы и связи представляют собой объекты или понятия и их отношения, таким образом, что можно выяснить их значение. Впервые понятие семантических сетей было введено в 60-х годах для представления семантических связей между концепциями слов.

Компьютерные семантические сети были детально разработаны Ричардом Риченсом (англ.) в 1956 году в рамках проекта *Кембриджского центра изучения языка* по машинному переводу. Процесс машинного перевода подразделяется на 2 части: перевод исходного текста в промежуточную форму представления, а затем эта промежуточная форма транслируется на нужный язык. Такой промежуточной формой как раз и были семантические сети.

Семантическая сеть



Семантическая карта



Семанти́ческая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (рёбра) задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы.

В названии соединены термины из двух наук: семантика в языкознании изучает **смысл** единиц языка, а сеть в математике представляет собой разновидность графа — набора вершин, соединённых дугами (рёбрами), которым присвоено некоторое число. В семантической сети роль вершин выполняют понятия базы знаний, а дуги (причем направленные) задают отношения между ними. Таким образом, **семантическая сеть отражает семантику предметной области в виде понятий и отношений.**

Семантические сети в экспертных системах используются в сравнительно узком диапазоне – **для отражения структуры понятий и структуры событий**. Они представляют собой модель, основой которой является **формализация знаний в виде ориентированных графов с помеченными дугами**, которая позволяют структурировать имеющуюся **информацию и знания**. Вершины графа соответствуют конкретным объектам, а дуги, их соединяющие, отражают имеющиеся между ними отношения. **Построение сети способствует осмыслению информации и знаний**, поскольку позволяет установить противоречивые ситуации, недостаточность имеющейся информации и т.п.

Достоинства семантической сети:

- описание объектов и событий производится на уровне очень близком к естественному языку;
- обеспечивается возможность соединения различных фрагментов сети;
- отношения между понятиями и событиями образуют небольшое, хорошо организованное множество;
- для каждой операции над данными или знаниями можно выделить некоторый участок сети, который охватывает необходимые в данном запросе характеристики;
- обеспечивается наглядность системы знаний, представленной графически:
- близость структуры сети, представляющей знания, семантической структуре фраз на естественном языке;
- соответствие сети современным представлениям об организации долговременной памяти человека.

Недостатки семантической сети:

- сетевая модель не дает ясного представления о структуре предметной области, поэтому формирование и модификация такой модели затруднительны;
- сетевые модели представляют собой пассивные структуры, для обработки которых необходим специальный аппарат формального вывода и планирования.

Семантические сети **используются**, например, в **задачах классификации, распознавания**, когда имеется неполное описание текущей ситуации, которое необходимо дополнить, расширить, соотнести с некоторым классом подобных ситуаций. Семантические сети нашли широкое применение в **ситуационном моделировании, в системах обработки естественного языка , в информационно-поисковых системах, в системах обработки информации.**

4. **Фреймы** - это особые познавательные структуры, дающие целостное представление о явлениях и их типах. Фрейм — это модель абстрактного образа, минимально возможное описание сущности какого-либо объекта, явления, события, ситуации, процесса.

Фреймы состоят из связанных слотов (структурных элементов), заполнение которых приводит к тому, что фрейм ставится в соответствие некоторой ситуации, явлению объекту или процессу. Значениями слота могут быть конкретные данные, процедуры и даже продукции (правила).

Фрейм — (англ. frame — «каркас» или «рамка») — способ представления знаний в ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ, представляющий собой схему действий в реальной ситуации. Первоначально термин «фрейм» ввёл Марвин Минский в 70-е годы XX века для обозначения структуры знаний для восприятия пространственных сцен. **Фрейм** — это модель абстрактного образа, минимально возможное описание сущности какого-либо объекта, явления, события, ситуации, процесса.

Различают фреймы-образцы, фреймы-экземпляры, фреймы-структуры, фреймы-роли, фреймы-сценарии, фреймы-ситуации.

Фрейм отличается наличие определённой структуры.
Фрейм состоит из имени и отдельных единиц,
называемых **слотами**.

ИМЯ ФРЕЙМА

Имя 1-го слота: значение 1-го слота

Имя 2-го слота: значение 2-го слота

.....

Имя N -го слота: значение N -го слота

Слот может содержать не только конкретное значение,
но и имя процедуры, позволяющей вычислить его по
заданному алгоритму, а также одну или несколько
продукций (эвристик), с помощью которых это
значение определяется. В слот может входить не
одно, а несколько значений.

Помимо конкретного значения в слоте могут храниться процедуры и правила, которые вызываются при необходимости вычисления этого значения. Среди них выделяют процедуры-демоны и процедуры-слуги. Первые запускаются автоматически при выполнении некоторого условия, а вторые активизируются только по специальному запросу. Если, например, фрейм, описывающий человека, включает слоты ДАТА РОЖДЕНИЯ и ВОЗРАСТ и в первом из них находится некоторое значение, то во втором слоте может стоять имя процедуры-демона, вычисляющей возраст по дате рождения и текущей дате и активизирующейся при каждом изменении текущей даты.

Совокупность фреймов, моделирующая какую-либо предметную область, представляет собой иерархическую структуру, в которую фреймы собираются с помощью родовидовых связей. На верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее общую информацию, истинную для всех остальных фреймов.

Недостаток фреймов - отсутствие универсальной процедуры управления выводом, кроме механизма наследования, который, однако не позволяет выстраивать "цепочки умозаключений".

- Общими слабыми сторонами МПЗ являются ограниченные выразительные возможности для описания экспертных знаний, невозможность описания знаний сложной структуры, недостаточная вычислительная эффективность.
- Одной из попыток **расширения возможностей СИИ** является использование **сочетания различных МПЗ**: фреймов и продукций; семантических сетей и логических моделей; семантических сетей и продукций. Однако простое объединение в одной БЗ нескольких МПЗ, получивших название комбинированных или смешанных, как правило, малоэффективно. Различные МПЗ не обязательно несовместимы друг с другом, однако они отличаются по степени соответствия конкретным внутренним представлениям эксперта.
- Сейчас ведется поиск новых МПЗ, базирующихся на идеях, отличных от формальной системы или сети понятий, ориентирующихся на языковые конструкции (семантику естественного языка).

Приобретение знаний

- Ключевой проблемой при построении СИИ является **приобретение знаний**. От качества и полноты знаний, введенных в БЗ, в решающей степени зависит эффективность работы СИИ и качество решения задач.
- В осуществлении данного процесса принимают участие **инженеры по знаниям, программисты и источники знаний**, в качестве которых могут выступать эксперты, материализованные источники (учебники, монографии, статьи, инструкции и т.п.) и (или) эмпирические факты, примеры и данные Про.

- Под *приобретением* знаний будем понимать процесс, основанный на переносе знаний из различных источников в базу знаний путем использования различных методов, моделей, алгоритмов и инструментальных средств.

Процедура приобретения знаний



ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

- **разрабатываются специальные модели представления знаний**
- **разрабатываются языки для описания знаний**
- **выделяются различные типы знаний**
- **изучаются источники, из которых система может брать знания**
- **создаются процедуры и приёмы, с помощью которых возможно приобретение знаний интеллектуальными системами**