

# Экспертные системы





- **Экспертная система — это программа для компьютера, которая оперирует со знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем.**
- Экспертная система может полностью взять на себя функции, выполнение которых обычно требует привлечения опыта человека-специалиста, или играть роль ассистента для человека, принимающего решение. Система (техническая или социальная), требующая принятия решения, может получить его непосредственно от программы или через промежуточное звено — человека, который общается с программой.



- Знания, которыми обладает специалист в какой-либо области (дисциплине), можно разделить на формализованные (точные) и неформализованные (неточные). Формализованные знания формируются в книгах и руководствах в виде общих и строгих суждений (законов, формул, моделей, алгоритмов и т.п.), отражающих универсальные знания. Неформализованные знания, как правило, не попадают в книги и руководства в связи с их конкретностью, субъективностью и приблизительностью. Знания этого рода являются результатом обобщения многолетнего опыта работы и интуиции специалистов. Они обычно представляют многообразие эмпирических (эвристических) приемов и правил.



- В зависимости от того, какие знания преобладают в той или иной области (дисциплине), ее относят к формализованным (если преобладают точные знания) или к неформализованным (если преобладают неточные знания) описательным областям. Задачи, решаемые на основе точных знаний, называют формализованными, а задачи, решаемые с помощью неточных знаний, — неформализованными.

## К неформализованным задачам относятся те, которые обладают одной или несколькими из следующих особенностей:



- алгоритмическое решение задачи неизвестно (хотя, возможно, и существует) или не может быть использовано из-за ограниченности ресурсов ЭВМ (времени, памяти);
- задача не может быть определена в числовой форме (требуется символьное представление);
- цели задачи не могут быть выражены в терминах точно определенной целевой функции.

Как правило, неформализованные задачи обладают неполнотой, ошибочностью, неоднозначностью и (или) противоречивостью знаний (как данных, так и используемых правил преобразования).

# История развития ЭС



- 1. **META-DENDRAL**. Система DENDRAL позволяет определить наиболее вероятную структуру химического соединения по экспериментальным данным (масс- спектрографии, данным ядерном магнитного резонанса и др.). M-D автоматизирует процесс приобретения знаний для DENDRAL. Она генерирует правила построения фрагментов химических структур.
- 2. **MYSIN-EMYSIN-TEIREIAS-PUFF-NEOMYSIN**. Это семейство медицинских ЭС и сервисных программных средств для их построения.
- 3. **PROSPECTOR-KAS**. **PROSPECTOR** - предназначена для поиска (предсказания) месторождений на основе геологических анализов. **KAS**-система приобретения знаний для **PROSPECTOR**.



- 4. **CASNET-EXPERT.** Система CASNET- медицинская ЭС для диагностики выдачи рекомендаций по лечению глазных заболеваний. На ее основе разработан язык инженерии знаний EXPERT, с помощью которой создан ряд других медицинских диагностических систем.
- 5. **HEARSAY-HEARSAY-2-HEARSAY-3-AGE.** Первые две системы этого ряда являются развитием интеллектуальной системы распознавания слитной человеческой речи, слова которой берутся из заданного словаря. Эти системы отличаются оригинальной структурой, основанной на использовании доски объявлений- глобальной базы данных, содержащей текущие результаты работы системы. В дальнейшем на основе этих систем были созданы инструментальные системы HEARSAY-3 и AGE (Attempt to Generalize- попытка общения) для построения ЭС.



- 6. Системы **AM** (Artificial Mathematician - искусственный математик) и **EURISCO** были разработаны в Станфордском университете доктором Д. Ленатом для исследовательских и учебных целей.
- В систему AM первоначально было заложено около 100 правил вывода и более 200 эвристических алгоритмов обучения, позволяющих строить произвольные математические теории и представления. Сначала результаты работы системы были весьма многообещающими. Она могла сформулировать понятия натурального ряда и простых чисел. Кроме того, она синтезировала вариант гипотезы Гольдбаха о том, что каждое четное число, большее двух, можно представить в виде суммы двух простых чисел. До сих пор не удалось ни найти доказательства данной гипотезы, ни опровергнуть ее. Дальнейшее развитие системы замедлилось и было отмечено, что несмотря на проявленные на первых порах “математические способности”, система не может синтезировать новых эвристических правил, т.е. ее возможности определяются только теми эвристиками, что были в нее изначально заложены.





- При разработке системы EURISCO была предпринята попытка преодолеть указанные недостатки системы АМ. Как и в начале эксплуатации АМ, первые результаты, полученные с помощью EURISCO, были эффективными. Сообщалось, что система EURISCO может успешно участвовать в очень сложных играх. С ее помощью в военно-стратегической игре, проводимой ВМФ США, была разработана стратегия, содержащая ряд оригинальных тактических ходов. Согласно одному из них, например предлагалось взрывать свои корабли, получившие повреждения. При этом корабли, оставшиеся неповрежденными, получают необходимое пространство для выполнения маневра.
- Однако через некоторое время обнаружилось, что система не всегда корректно переопределяет первоначально заложенные в нее правила. Так, например, она стала нарушать строгое предписание обращаться к программистам с вопросами только в определенное время суток. Т.е., система EURISCO, так же как и ее предшественница, остановилась в своем развитии, достигнув предела, определенного в конечном счете ее разработчиком.

# Область применения и задачи



- Экспертные системы не отвергают и не заменяют традиционного подхода к программированию, они отличаются от традиционных программ тем, что ориентированы на решение **неформализованных задач и обладают следующими особенностями:**
- алгоритм решения не известен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;
- ясность полученных решений, т.е. система «осознает» в терминах пользователя, как она получила решение;
- способность анализа и объяснения своих действий и знаний;
- способность приобретения новых знаний от пользователя-эксперта, не знающего программирования, и изменения в соответствии с ними — своего поведения (открытая система);
- обеспечение «дружественного», как правило, естественного языкового (ЕЯ) интерфейса с пользователем.



- Области применения систем, основанных на знаниях, могут быть сгруппированы в несколько основных классов: медицинская диагностика, контроль и управление, диагностика неисправностей в механических и электрических устройствах, обучение.



- **Медицинская диагностика**

- Диагностические системы используются для установления связи между нарушениями деятельности организма и их возможными причинами. Наиболее известна диагностическая система MYCIN, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях. Ее первая версия была разработана в Стенфордском университете в середине 70-х годов. В настоящее время эта система ставит диагноз на уровне врача-специалиста. Она имеет расширенную базу знаний, благодаря чему может применяться и в других областях медицины.



- **Прогнозирование**

- Прогнозирующие системы предсказывают возможные результаты или события на основе данных о текущем состоянии объекта. Программная система “Завоевание Уолл-стрита” может проанализировать конъюнктуру рынка и с помощью статистических методов алгоритмов разработать для вас план капиталовложений на перспективу. Она не относится к числу систем, основанных на знаниях, поскольку использует процедуры и алгоритмы традиционного программирования. Хотя пока еще отсутствуют ЭС, которые способны за счет своей информации о конъюнктуре рынка помочь вам увеличить капитал, прогнозирующие системы уже сегодня могут предсказывать погоду, урожайность и поток пассажиров. Даже на персональном компьютере, установив простую систему, основанную на знаниях, вы можете получить местный прогноз погоды.



- **Планирование**

- Планирующие системы предназначены для достижения конкретных целей при решении задач с большим числом переменных. Дамасская фирма Informat впервые в торговой практике предоставляет в распоряжении покупателей 13 рабочих станций, установленных в холле своего офиса, на которых проводятся бесплатные 15-минутные консультации с целью помочь покупателям выбрать компьютер, в наибольшей степени отвечающий их потребностям и бюджету. Кроме того, компания Boeing применяет ЭС для проектирования космических станций, а также для выявления причин отказов самолетных двигателей и ремонта вертолетов. Экспертная система XCON, созданная фирмой DEC, служит для определения или изменения конфигурации компьютерных систем типа VAX и в соответствии с требованиями покупателя. Фирма DEC разрабатывает более мощную систему XSEL, включающую базу знаний системы XCON, с целью оказания помощи покупателям при выборе вычислительных систем с нужной конфигурацией. В отличие от XCON система XSEL является интерактивной.



- **Интерпретация**

- Интерпретирующие системы обладают способностью получать определенные заключения на основе результатов наблюдения. Система PROSPECTOR, одна из наиболее известных систем интерпретирующего типа, объединяет знания девяти экспертов. Используя сочетания девяти методов экспертизы, системе удалось обнаружить залежи руды стоимостью в миллион долларов, причем наличие этих залежей не предполагал ни один из девяти экспертов. Другая интерпретирующая система- HASP/SIAP. Она определяет местоположение и типы судов в тихом океане по данным акустических систем слежения.



- **Контроль и управление**

- Системы, основанные на знаниях, могут применяться в качестве интеллектуальных систем контроля и принимать решения, анализируя данные, поступающие от нескольких источников. Такие системы уже работают на атомных электростанциях, управляют воздушным движением и осуществляют медицинский контроль. Они могут быть также полезны при регулировании финансовой деятельности предприятия и оказывать помощь при выработке решений в критических ситуациях.





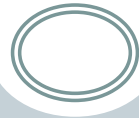
- **Диагностика неисправностей в механических и электрических устройствах**
- В этой сфере системы, основанные на знаниях, незаменимы как при ремонте механических и электрических машин (автомобилей, дизельных локомотивов и т.д.), так и при устранении неисправностей и ошибок в аппаратном и программном обеспечении компьютеров.



- **Обучение**

- Системы, основанные на знаниях, могут входить составной частью в компьютерные системы обучения. Система получает информацию о деятельности некоторого объекта (например, студента) и анализирует его поведение. База знаний изменяется в соответствии с поведением объекта. Примером этого обучения может служить компьютерная игра, сложность которой увеличивается по мере возрастания степени квалификации играющего.

# Ограничения в применении экспертных систем



- 1. Большинство ЭС не вполне пригодны для применения конечным пользователем. Если вы не имеете некоторого опыта работы с такими системами, то у вас могут возникнуть серьезные трудности. Многие системы оказываются доступными только тем экспертам, которые создавали из базы знаний.
- 2. Вопросно-ответный режим, обычно принятый в таких системах, замедляет получение решений. Например, без системы MYCIN врач может (а часто и должен) принять решение значительно быстрее, чем с ее помощью.
- 3. Навыки системы не возрастают после сеанса экспертизы.
- 4. Все еще остается проблемой приведение знаний, полученных от эксперта, к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию.
- 5. ЭС не способны обучаться, не обладают здравым смыслом. Домашние кошки способны обучаться даже без специальной дрессировки, ребенок в состоянии легко уяснить, что он станет мокрым, если опрокинет на себя стакан с водой, однако если начать выливать кофе на клавиатуру компьютера, у него не хватит “ума” отодвинуть ее.

# Ограничения в применение экспертных систем



- 6. ЭС неприменимы в больших предметных областях. Их использование ограничивается предметными областями, в которых эксперт может принять решение за время от нескольких минут до нескольких часов.
- 7. В тех областях, где отсутствуют эксперты (например, в астрологии), применение ЭС оказывается невозможным.
- 8. Имеет смысл привлекать ЭС только для решения когнитивных задач. Теннис, езда на велосипеде не могут являться предметной областью для ЭС, однако такие системы можно использовать при формировании футбольных команд.
- 9. Человек-эксперт при решении задач обычно обращается к своей интуиции или здравому смыслу, если отсутствуют формальные методы решения или аналоги таких задач.
- 10. Системы, основанные на знаниях, оказываются неэффективными при необходимости проведения скрупулезного анализа, когда число “решений” зависит от тысяч различных возможностей и многих переменных, которые изменяются во времени. В таких случаях лучше использовать базы данных с интерфейсом на естественном языке.

# Классификация



- Экспертные системы как любой сложный объект можно определить только совокупностью характеристик. Выделим следующие характеристики ЭС:
- **Назначение**
- Назначение определяется следующей совокупностью параметров:
  - цель создания ЭС — для обучения специалистов, для решения задач, для автоматизации рутинных работ, для тиражирования знаний экспертов и т.п.;
  - основной пользователь — не специалист в области экспертизы, специалист, учащийся.

# Классификация



- **Проблемная область**
- Проблемная область может быть определена совокупностью параметров:
  - С точки зрения пользователя, предметную область можно характеризовать описанием области в терминах пользователя, включающим наименование области, перечень и взаимоотношение подобластей и т.п., а задачи, решаемые существующими ЭС, — их типом.
- Обычно выделяют следующие типы задач:
  - интерпретация символов или сигналов — составление смыслового описания по входным данным;
  - предсказание — определение последствий наблюдаемых ситуаций;
  - диагностика — определение состояния неисправностей, заболеваний по признакам (симптомам);
  - конструирование — разработка объекта с заданными свойствами при соблюдении установленных ограничений;
  - планирование — определение последовательности действий, приводящих к желаемому состоянию объекта;
  - слежение — наблюдение за изменяющимся состоянием объекта и сравнение его показателей с установленными или желаемыми;
  - управление — воздействие на объект для достижения желаемого поведения.

# Классификация



- С точки зрения разработчика целесообразно выделять статические и динамические предметные области.
- **Предметная область называется статической**, если описывающие ее исходные данные не изменяются во времени (точнее рассматриваются как не изменяющиеся за время решения задачи). Статичность области означает неизменность описывающих ее исходных данных. Если исходные данные, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической.

# Классификация



- **Глубина анализа проблемной области**
- По степени сложности структуры ЭС делят на
  - поверхностные
  - глубинные. Поверхностные ЭС представляют знания об области экспертизы в виде правил (условие -> действие). Глубинные ЭС, кроме возможностей поверхностных систем, обладают способностью при возникновении неизвестной ситуации определять с помощью некоторых общих принципов, справедливых для области экспертизы, какие действия следует выполнять.



# Классификация



- **Тип используемых методов и знаний.**
- По типу используемых методов и знаний ЭС делят на
  - **традиционные**
  - Традиционные ЭС используют в основном неформализованные методы инженерных знаний и неформализованные знания, полученные от экспертов.
  - **гибридные**
  - Гибридные ЭС используют и методы инженерии знаний, и формализованные методы, а также данные традиционного программирования и математики. Сейчас говорят о трех поколениях ЭС. К первому поколению следует относить статические поверхностные ЭС, ко второму — статические глубинные ЭС (иногда ко второму поколению относят гибридные ЭС), а к третьему — динамические ЭС (вероятно, они, как правило, будут глубинными и гибридными).

# Классификация



- **Класс системы**

- В последнее время выделяются два больших класса ЭС (существенно отличающихся по технологии их проектирования), которые условно можно назвать простыми и сложными ЭС. Простая ЭС может быть охарактеризована следующими основными показателями: поверхностная ЭС; традиционная ЭС (реже гибридная); выполненная на персональной ЭВМ. Сложная ЭС может быть охарактеризована следующими показателями: глубинная ЭС; гибридная ЭС: выполненная либо на символьной ЭВМ, либо на мощной универсальной ЭВМ, либо на интеллектуальной рабочей станции.

# Классификация



- **Стадия существования**
- **Инструментальные средства**
- На стадии эксплуатации ЭС используются совместно с CAE-system и обеспечивают интеллектуальную поддержку технического обслуживания сложных систем.
- В заключение следует отметить, что единую классификацию всех существующих на сегодня ИтС для ЭС провести достаточно сложно, так как, с одной стороны, можно выделить большое количество специфических характеристик ИтС, а с другой стороны, у разных авторов существуют значительные различия в терминологии обозначения одних и тех же вещей.

# Структура ЭС





- Экспертные системы имеют две категории пользователей и два отдельных “входа”, соответствующих различным целям взаимодействия пользователей с ЭС:
- **обычный пользователь (эксперт)**, которому требуется *консультация ЭС-диалоговый сеанс* работы с ней, в процессе которой она решает некоторую экспертную задачу. Диалог с ЭС осуществляется через *диалоговый процессор*- специальную компоненту ЭС. Существуют две основные формы диалога с ЭС- диалог на ограниченном подмножестве естественного языка ( с использованием словаря- меню (при котором на каждом шаге диалога система предлагает выбор профессионального лексикона экспертов) и диалог на основе из нескольких возможных действий);
- **экспертная группа инженерии знаний**, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение базы знаний, осуществляемое с помощью специализированной диалоговой компоненты ЭС - *подсистемы приобретения знаний*, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс.