

Введение в экспертные системы

Кружалов Алексей Сергеевич

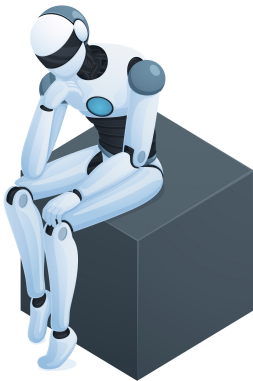
Московский Политехнический Университет
12 сентября 2022 г.



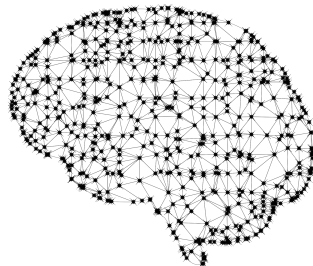
Искусственный интеллект (ИИ) — это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, т. е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д.

Подходы к созданию интеллектуальных систем

Символьный



Бионический



История ИИ

Ранний период развития ИИ (примерно с 1952 г. по 1969 г.) характеризовался большим энтузиазмом. В этот период были разработаны системы, способные моделировать в некоторой мере символьно-логический тип мышления человека.



Аллен Ньюэлл
(1927-1992)



Герберт Александер Саймон
(1916-2001)

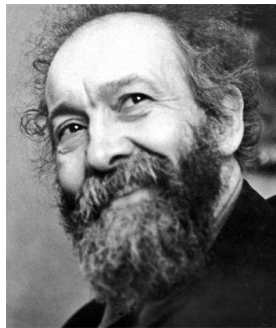
История ИИ

Гипотеза Ньюэлла — Саймона утверждает, что «физическая символьная система имеет необходимые и достаточные средства для произведения основных интеллектуальных операций».

Другими словами, без символьных вычислений невозможно выполнять осмысленные действия, а способность выполнять символьные вычисления вполне достаточна для того, чтобы стать способным выполнять осмысленные действия.

История ИИ

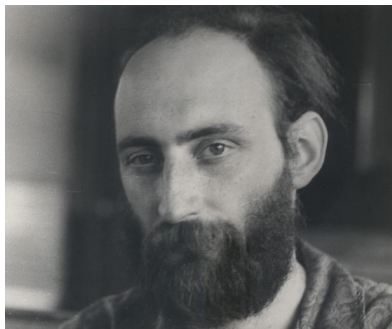
В 1954 г. в МГУ начал свою работу семинар «Автоматы и мышление» под руководством академика Ляпунова А. А., одного из основателей российской кибернетики. В этом семинаре принимали участие физиологи, лингвисты, психологи, математики. Принято считать, что именно в это время родился искусственный интеллект в России.



Алексей Андреевич Ляпунов
(1911-1973)

История ИИ

В 1954-1964 гг. создаются отдельные программы и проводятся исследования в области поиска решения логических задач. В Ленинграде (ЛОМИ – Ленинградское отделение математического института им. Стеклова) создаётся программа АЛПЕВ ЛОМИ, автоматически доказывающая теоремы. Она основана на оригинальном обратном выводе Маслова, аналогичном методу резолюций Робинсона.



Сергей Юрьевич Маслов
(1939-1982)

История ИИ

На замену чрезмерному энтузиазму пришло разочарование. Период с 1966г. по 1973г. в истории развития ИИ называют «столкновение с реальностью». В этот период учёные поняли, что разработанные ранее подходы имеют значительные ограничения.



Марвин Ли
Минский
(1927-2016)



Майкл Джеймс
Лайтхилл
(1924-1998)

История ИИ

На следующем этапе развития ИИ – с 1969 г. по 1979 г. внимание экспертов в основном было приковано к разработке систем, основанных на знаниях и предназначенных для решения прикладных задач, – экспертных систем. В это время в Стенфорде была разработана знаменитая экспертная система MYCIN, предназначенная для диагностики инфекционных заболеваний кровеносной системы.

История ИИ

В 1974 г. при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект», его возглавил Г. С. Поспелов, его заместителями были избраны Д. А. Поспелов и Л. И. Микулич. Д. А. Поспелов стал основателем научной школы ситуационного управления, в рамках которой были разработаны специальные модели представления ситуаций (представления знаний).



Гермоген
Сергеевич
Поспелов
(1914-1998)



Дмитрий
Александрович
Поспелов
(1932-2019)

История ИИ

Начиная с 1980 г. экспертные системы начали успешно применяться в коммерческой сфере. Например, экспертная система R1, предназначенная для составления конфигурации для выполнения заказов на новые компьютерные системы, к 1986 г. позволила компании DEC экономить примерно 40 млн. долларов. С этого времени вокруг ИИ началось формирование собственной индустрии.

История ИИ

Начиная с 1986 г. вновь возобновился интерес со стороны учёных к искусственным нейронным сетям. Причиной этому стал тот факт, что в середине 80-х годов несколькими группами учёных был «снова открыт» алгоритм обратного распространения ошибки, который позволил за приемлемое время обучать многослойные сети, вследствие чего значительно расширился круг задач, которые могли быть решены при помощи нейронных сетей.

История ИИ

На современном этапе развития ИИ внимание учёных сконцентрировано в основном на разработке методов для решения конкретных прикладных задач. Если же говорить о фундаментальных проблемах, то одной из основных проблемна сегодняшний день является проблема перехода от моделирования структурной организации к моделированию ментальных представлений, в частности, когнитивных функций, иначе говоря, – переход от искусственного интеллекта к искусственному сознанию.

Основные определения

Эксперт – это человек, обладающий большим опытом в какой-то определённой предметной области.

Экспертиза – *исследование* специалистом каких-либо вопросов, решение которых требует специальных познаний в конкретной области.

Основные подходы к исследованию: анализ и синтез.

Экспертная система (ЭС) – компьютерная программа, которая оперирует знаниями в определённой предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем. Экспертные системы относятся к классу **эргатических** (человеко-машинных) систем.

Основные определения

Информация – это не материя и не энергия, информация — это информация (Норберт Винер).

Информация – это то, что сокращает степень неопределённости (энтропии) у её адресата о каком-либо объекте (Клод Шеннон).

Данные – формы представления информации, с которыми имеют дело информационные системы и их пользователи.

Данные – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства (Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский Базы знаний интеллектуальных систем).

Основные определения

Знания – совокупность сведений, образующих целостное описание, соответствующее некоторому уровню осведомленности об описываемом вопросе, предмете, проблеме и т. д. (А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт, Д. А. Поспелов Толковый словарь по искусственному интеллекту).

Знания – это данные и правила работы с ними (Э. Дейкстра).

Знания – это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области (Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский Базы знаний интеллектуальных систем).

Знания – это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные (Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский).

Классификация знаний

- **Поверхностные** – знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области.
- **Глубинные** – абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в предметной области. Эти знания объясняют явления и могут использоваться для прогнозирования поведения объектов.

Пример

Поверхностные: если нажать на кнопку звонка, раздастся звук; если болит голова, то следует принять аспирин.

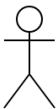
Глубинные: принципиальная электрическая схема звонка и проводки; знания физиологов и врачей о видах головных болей и методах их лечения.

Этапы обработки знаний

1. Знания в памяти человека как результат мышления.
2. Материальные носители знаний (учебники, методические пособия).
3. Поле знаний – условное описание основных объектов предметной области, их атрибутов и закономерностей, их связывающих.
4. Знания, описанные на языках представления знаний.
5. База знаний на материальных носителях информации.

Подходы к разработке ЭС

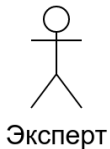
①



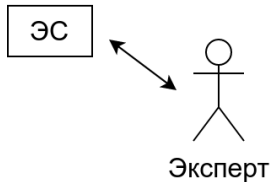
Эксперт

Подходы к разработке ЭС

①

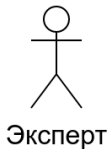


②

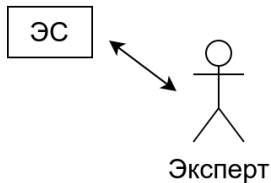


Подходы к разработке ЭС

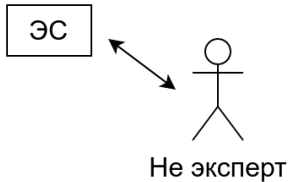
①



②

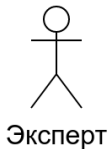


③

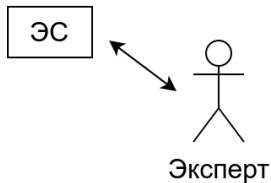


Подходы к разработке ЭС

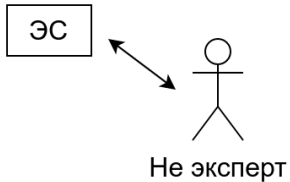
①



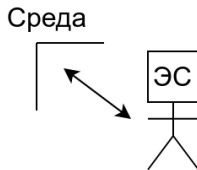
②



③



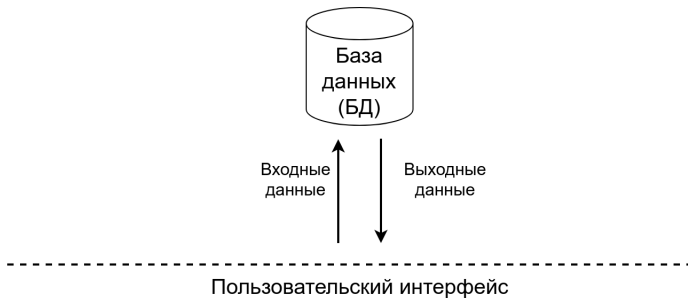
④



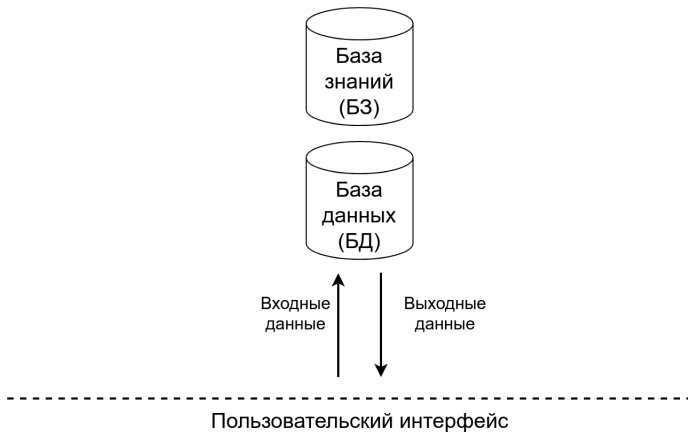
Структура экспертной системы



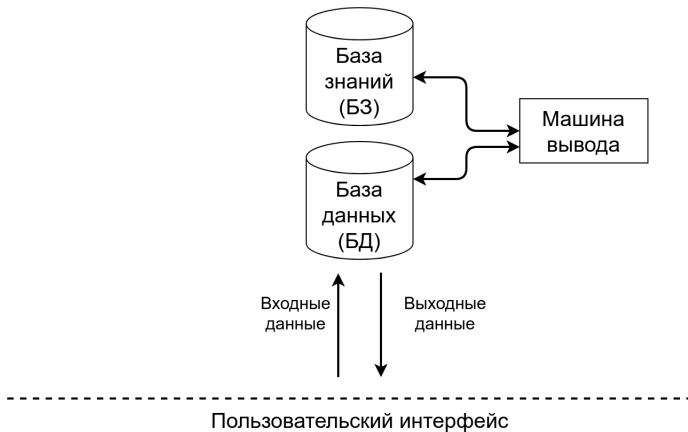
Структура экспертной системы



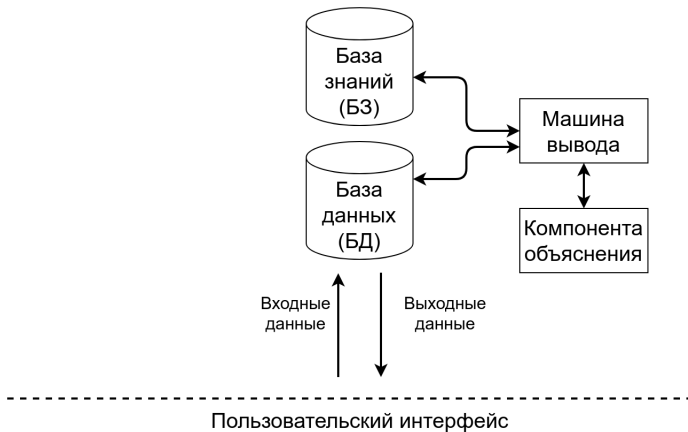
Структура экспертной системы



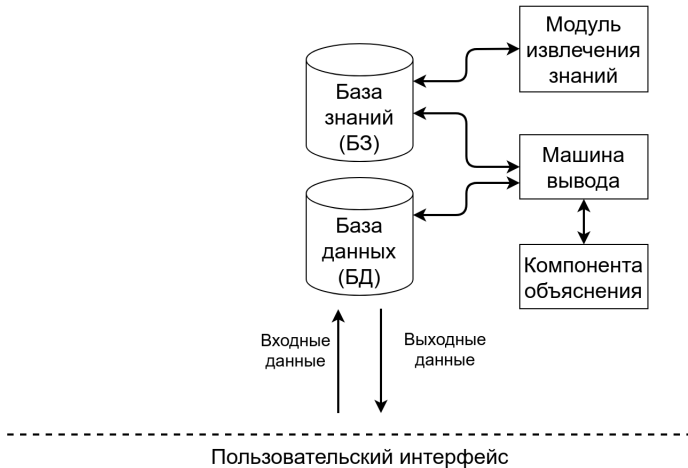
Структура экспертной системы



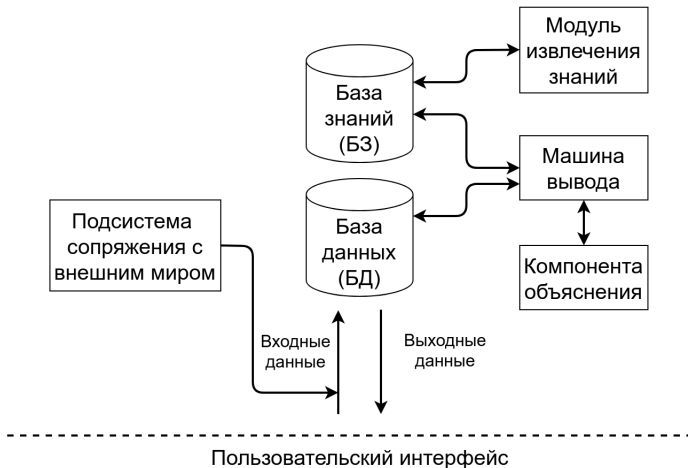
Структура экспертной системы



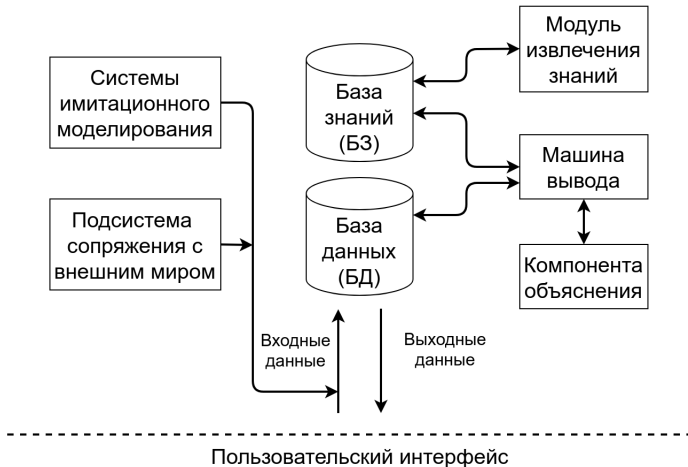
Структура экспертной системы



Структура экспертной системы



Структура экспертной системы



Отличительные черты ЭС

Экспертные системы:

- моделируют рассуждения человека (а не предметную область или физический мир),
- оперируют базой знаний,
- используют эвристические и приближённые методы,
- работают с предметами реального мира,
- имеют объяснительную компоненту.

Эвристика – метод построения догадок и их проверки.

Отличительные черты ЭС

Экспертная система содержит алгоритмическую базу, которая позволяет оперировать единицами знаний. Логика работы экспертной системы определяется *базой знаний и машиной вывода*. База знаний хранится отдельно от программного кода. Таким образом программа становится **недетерминированной**.

Типовые задачи, решаемые ЭС

Перечень типовых задач:

- извлечение информации из первичных данных (таких как сигналы, поступающие от гидролокатора);
- диагностика неисправностей (как в технических системах, так и в человеческом организме);
- структурный анализ сложных объектов (например, химических соединений);
- выбор конфигурации сложных многокомпонентных систем (например, распределенных компьютерных систем);
- планирование последовательности выполнения операций, приводящих к заданной цели (например, выполняемых промышленными роботами).

Классификация ЭС

Все экспертные системы можно разделить на системы, решающие задачи **анализа**, и системы, решающие задачи **синтеза**.

Основное отличие задач анализа от задач синтеза заключается в том, что если в задачах анализа множество решений может быть перечислено и включено в систему, то в задачах синтеза множество решений потенциально не ограничено и строится из решений компонент или под-проблем.

Системы, основанные на знаниях

Зачастую термин **система, основанная на знаниях (англ. knowledge-based system)**, используется в качестве синонима термина экспертная система, хотя, строго говоря, экспертная система — это более широкое понятие. Система, основанная на знаниях, — это любая система, процесс работы которой основан на применении правил отношений к символическому представлению знаний, а не на использовании алгоритмических или статистических методов. Таким образом, программа, способная рассуждать о погоде, будет системой, основанной на знаниях, даже в том случае, если она не способна выполнить метеорологическую экспертизу. А вот чтобы иметь право называться метеорологической экспертной системой, программа должна быть способна давать прогноз погоды (другой вопрос — насколько он будет достоверен).

Базовые функции ЭС

- **Приобретение знаний** – это передача потенциального опыта решения проблемы от некоторого источника знаний и преобразование его в вид, который позволяет использовать эти знания в программе.
- **Представление знаний.** Теория представления знаний — это отдельная область исследований, тесно связанная с философией формализма и когнитивной психологией. Предмет исследования в этой области — методы ассоциативного хранения информации, подобные тем, которые существуют в мозгу человека.

Базовые функции ЭС

В области экспертных систем представление знаний интересует нас в основном как средство отыскания методов **формального описания** больших массивов полезной информации с целью их последующей обработки с помощью **символических вычислений**.

Формальное описание означает упорядочение в рамках какого-либо языка, обладающего достаточно четко формализованным синтаксисом построения выражений и такого же уровня семантикой, увязывающей смысл выражения с его формой.

Символические вычисления означают выполнение нечисловых операций, в которых могут быть сконструированы символы и символьные структуры для представления различных концептов и отношений между ними.

Базовые функции ЭС

- **Управление процессом поиска решения.** Знание о том, какие знания нужны в той или иной конкретной ситуации, и умение ими распорядиться — важная часть процесса функционирования экспертной системы. Такие знания получили наименование **метазнаний** — т. е. знаний о знаниях. Решение нетривиальных проблем требует и определенного уровня планирования и управления при выборе, какой вопрос нужно задать, какой тест выполнить, и т. д.
- **Разъяснение принятого решения.** Способность системы объяснить методику принятия решения иногда называют прозрачностью системы. Под этим понимается, насколько просто персоналу выяснить, что делает программа и почему.

Загадка одного портрета

Человек смотрит на портрет и говорит: **«У меня нет братьев и сестер, но отец этого человека — это сын моего отца.»**

Кто изображен на портрете?

Загадка одного портрета

Ответ прост: отец смотрит на портрет сына (человек, который смотрит на портрет, — отец человека, изображенного на портрете).

Пусть Пит — человек на портрете, а Люк — человек, который смотрит на портрет.

Пусть $\text{сын}(a, b)$ — это отношение между двумя людьми (« b — сын a »), а $\text{отец}(b)$ — функция, поскольку каждый имеет только одного отца.

Выражение «У меня нет братьев и сестер...» означает, что отношение $\text{сын}(\text{отец}(\text{Люк}), X)$ будет выполняться только в том случае, если $X = \text{Люк}$.

Выражение «отец этого человека — это сын моего отца» означает, что должно выполняться отношение $\text{сын}(\text{отец}(\text{Люк}), \text{отец}(\text{Пит}))$.

Из вышесказанного следует, что $\text{отец}(\text{Пит}) = \text{Люк}$.

Рекомендуемые материалы

1. Филиппович Ю. Н., Филиппович А. Ю. Системы искусственного интеллекта, 2009.
2. Питер Джексон. Введение в экспертные системы // М.: «Вильямс», 2001. — 624 с.
3. Стюарт Рассел и Питер Норвиг Искусственный интеллект: современный подход, 2-е издание, 2007 - 1408 с.
4. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем . Учебник для вузов / Т.А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский.// — СПб.: Питер, 2000. – 384 с.