

# Лекция 1.

## Базовые понятия Искусственного Интеллекта (ИИ)

---

- Введение
- Терминология.
- Философские аспекты проблемы систем ИИ (возможность существования, безопасность, полезность).
- История развития систем ИИ

# Введение. часть 1

---

В настоящее время требования, предъявляемые к информационным системам (ИС) стремительно возрастают. В качестве главной цели функционирования ИС является принятие или вывод решений на основе имеющейся информации (может быть не полной) о предметной области. Обычно для решения таких неформализованных задач (НФЗ) применяют методы искусственного интеллекта (ИИ).

Одними из первых ИИС появились экспертные системы (ЭС), построенные на основе баз знаний (БЗ), представляющие собой совокупность продукционных правил.

Широким фронтом развивается сейчас тройка методов решения НФЗ, составляющие основу интеллектуальных ИС:

- Нейронные сети
- Нечёткая логика
- Генетические алгоритмы

## Введение. часть 2

---

Следует отметить, что нейронные сети активно используются в финансовой области:

- Система прогнозирования динамики биржевых курсов для **Chemical Bank**. Компания Logica.
- Система прогнозирования для **Лондонской Фондовой Биржи** (компания SearchSpace)
- Управление инвестициями для **Mellon Bank** (NeuralWare)

В реальных условиях приходится иметь дело с нечёткими («размытыми») фактами, например, в процессе принятия решений в условиях неопределённости одним из эффективных инструментов работы с нечёткой исходной информацией является нечёткая логика.

ИИС обычно ориентированы на поиск оптимального решения задачи, когда не удаётся математически формализовать критерий оптимальности и модель предметной области. В случае невозможности применения стандартных поисковых стратегий применяют поисковые эволюционные стратегии.

# Терминология

---

Термин интеллект (*intelligence*) происходит от латинского *intellectus* — что означает ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека.

Соответственно искусственный интеллект (*artificial intelligence*) — ИИ (AI) обычно толкуется как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий.

Мы, в данном курсе, интеллектом будем называть способность мозга решать задачи (интеллектуальные) путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

Под термином "знания" подразумевается не только та информация, которая поступает в мозг через органы чувств. Такого типа знания чрезвычайно важны, но недостаточны для интеллектуальной деятельности.

## Терминология. часть 2

---

Для того, чтобы осуществлять в окружающей среде интеллектуальную деятельность, необходимо иметь в системе знаний модель этого мира. В этой информационной модели окружающей среды реальные объекты, их свойства и отношения между ними не только отображаются и запоминаются, но и, как это отмечено в данном определении интеллекта, могут мысленно "целенаправленно преобразовываться". При этом существенно то, что формирование модели внешней среды происходит "в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам".

Мы употребили термин интеллектуальная задача. Для того, чтобы пояснить, чем отличается интеллектуальная задача от простой задачи, необходимо ввести термин "алгоритм" — один из краеугольных терминов кибернетики.

# Терминология. часть 3

---

Под алгоритмом понимают точное предписание о выполнении в определенном порядке системы операций для решения любой задачи из некоторого данного класса (множества) задач.

Термин "алгоритм" происходит от имени математика Аль-Хорезми, который еще в IX веке предложил простейшие арифметические алгоритмы.

В математике и кибернетике класс задач определенного типа считается решенным, когда для ее решения установлен алгоритм. Нахождение алгоритмов является естественной целью человека при решении им разнообразных классов задач.

Отыскание алгоритма для задач некоторого данного типа связано с тонкими и сложными рассуждениями, требующими большой изобретательности и высокой квалификации.

Задачи, связанные с отысканием алгоритма решения класса задач определенного типа, будем называть интеллектуальными.

Поэтому представляется совершенно естественным исключить из класса интеллектуальных такие задачи, для которых существуют стандартные методы решения. Примерами таких задач могут служить чисто вычислительные задачи: решение системы линейных алгебраических уравнений, численное интегрирование дифференциальных уравнений и т. д.

# Терминология. часть 4

---

Деятельность мозга (обладающего интеллектом), направленную на решение интеллектуальных задач, мы будем называть мышлением, или интеллектуальной деятельностью.

Интеллект и мышление органически связаны с решением таких задач, как

- доказательство теорем,
- логический анализ,
- распознавание ситуаций,
- планирование поведения, игры и управление в условиях неопределенности.

Характерными чертами интеллекта, проявляющимися в процессе решения задач, являются способности к

- обучению
- обобщению
- накоплению опыта (знаний и навыков)
- адаптации к изменяющимся условиям в процессе решения задач.

Благодаря этим качествам интеллекта мозг может решать разнообразные задачи, а также легко перестраиваться с решения одной задачи на другую.

Таким образом, мозг, наделенный интеллектом, является универсальным средством решения широкого круга задач (в том числе неформализованных) для которых нет стандартных, заранее известных методов решения.

# Терминология. часть 5

---

Следует иметь в виду, что существуют и другие, чисто поведенческие (функциональные) определения.

Так, по А. Н. Колмогорову, любая материальная система, с которой можно достаточно долго обсуждать проблемы науки, литературы и искусства, обладает интеллектом.

Другим примером поведенческой трактовки интеллекта может служить известное определение А. Тьюринга. Его смысл заключается в следующем.

В разных комнатах находятся люди и машина. Они не могут видеть друг друга, но имеют возможность обмениваться информацией (например, с помощью электронной почты). Если в процессе диалога между участниками игры людям не удастся установить, что один из участников — машина, то такую машину можно считать обладающей интеллектом.

Согласно подхода А. Тьюринга к имитации мышления, можно разбить проблему на две части: на задачу построения "программы-ребенка" и задачу "воспитания" этой программы".

Забегая вперед, можно сказать, что именно этот путь используют практически все системы ИИ.



# Философские аспекты проблемы систем ИИ.

(возможность существования, безопасность, полезность)

---

Основная философская проблема в области ИИ — возможность или не возможность моделирования мышления человека.

В случае если когда-либо будет получен отрицательный ответ на этот вопрос, то все остальные вопросы курса не будут иметь не малейшего смысла. Следовательно, начиная исследование ИИ, мы заранее предполагаем положительный ответ.

# Философские аспекты проблемы систем ИИ. часть 2

---

Алгоритмическая универсальность ЭВМ означает, что на них можно программно реализовывать (т. е. представить в виде машинной программы) любые алгоритмы преобразования информации, — будь то вычислительные алгоритмы, алгоритмы управления, поиска доказательства теорем или композиции мелодий.

При этом мы имеем в виду, что процессы, порождаемые этими алгоритмами, являются потенциально осуществимыми, т. е. что они осуществимы в результате конечного числа элементарных операций.

Практическая осуществимость алгоритмов зависит от имеющихся в нашем распоряжении средств, которые могут меняться с развитием техники. Так, в связи с появлением быстродействующих ЭВМ стали практически осуществимыми и такие алгоритмы, которые ранее были только потенциально осуществимыми.

Однако свойство алгоритмической универсальности не ограничивается констатацией того, что для всех известных алгоритмов оказывается возможной их программная реализация на ЭВМ.

Содержание этого свойства имеет и характер прогноза на будущее: всякий раз, когда в будущем какое-либо предписание будет признано алгоритмом, то независимо от того, в какой форме и какими средствами это предписание будет первоначально выражено, его можно будет задать также в виде машинной программы.

# Философские аспекты проблемы систем ИИ. часть 3

---

Однако не следует думать, что вычислительные машины и роботы могут в принципе решать любые задачи.

Анализ разнообразных задач привел математиков к замечательному открытию. Было строго доказано существование таких типов задач, для которых невозможен единый эффективный алгоритм, решающий все задачи данного типа; в этом смысле невозможно решение задач такого типа и с помощью вычислительных машин.

Этот факт способствует лучшему пониманию того, что могут делать машины и чего они не могут сделать. В самом деле, утверждение об алгоритмической неразрешимости некоторого класса задач является не просто признанием того, что такой алгоритм нам не известен и никем еще не найден. Такое утверждение представляет собой одновременно и прогноз на все будущие времена о том, что подобного рода алгоритм нам не известен и никем не будет указан или, и иными словами, что он не существует.

# Философские аспекты проблемы систем ИИ. часть 4

---

Следующим философским вопросом ИИ является цель создания.

В принципе все, что мы делаем в практической жизни, обычно направлено на то, чтобы больше ничего не делать. Однако при достаточно высоком уровне жизни (большом количестве потенциальной энергии) человека на первые роли выступает уже не лень (в смысле желания экономить энергию), а поисковые инстинкты. Допустим, что человек сумел создать интеллект, превышающий свой собственный (пусть не качеством, так количеством). Что теперь будет с человечеством? Какую роль будет играть человек? Для чего он теперь нужен? И вообще, нужно ли в принципе создание ИИ?

По-видимому, самым приемлемым ответом на эти вопросы является концепция "усилителя интеллекта" (УИ).

Кроме того, человек уже давно использует усилители силы (УС) — понятие, во многом аналогичное УИ. В качестве усилителей силы ему служат автомобили, краны, электродвигатели, прессы, пушки, самолеты и многое-многое другое. Основным отличием УИ от УС является наличие воли. В тоже время, интеллектуальная система, вполне могла бы иметь свои желания, и поступать не так, как нам хотелось бы. Таким образом перед нами встает еще одна проблема — проблема безопасности.

# Философские аспекты проблемы систем ИИ. часть 5

---

Большую лепту в обсуждение данной проблемы внесли и писатели-фантасты. Как самые известные мы можем упомянуть серии рассказов писателя-фантаста и ученого Айзека Азимова, а так же довольно свежее произведение — "Терминатор". Кстати именно у Айзека Азимова мы можем найти самое проработанное, и принятое большинством людей решение проблемы безопасности. Речь идет о так называемых трех законах робототехники:

- 1) Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.
- 2) Робот должен повиноваться командам, которые ему дает человек, кроме тех случаев, когда эти команды противоречат первому закону.
- 3) Робот должен заботиться о своей безопасности, насколько это не противоречит первому и второму закону.

# Философские аспекты проблемы систем ИИ. часть 6

---

И теперь осталась еще одна тема — а стоит ли вообще создавать ИИ?  
Может просто закрыть все работы в этой области?

Единственное, что можно сказать по этому поводу — если ИИ возможно создать, то рано или поздно он будет создан. И лучше его создавать под контролем общественности, с тщательной проработкой вопросов безопасности, чем он будет создан лет через 100-150 каким-нибудь программистом-механиком-самоучкой, использующим достижения современной ему техники.

# История развития систем ИИ.

---

Исторически сложились три основных направления в моделировании ИИ:

- В рамках первого подхода объектом исследований являются структура и механизмы работы мозга человека, а конечная цель заключается в раскрытии тайн мышления. Необходимыми этапами исследований в этом направлении являются:
  - построение моделей на основе психофизиологических данных,
  - проведение экспериментов с ними,
  - выдвижение новых гипотез относительно механизмов интеллектуальной деятельности,
  - совершенствование моделей и т. д.
  
- Второй подход в качестве объекта исследования рассматривает ИИ. Здесь речь идет о моделировании интеллектуальной деятельности с помощью вычислительных машин. Целью работ в этом направлении является создание алгоритмического и программного обеспечения вычислительных машин, позволяющего решать интеллектуальные задачи не хуже человека.

# История развития систем ИИ. часть 2

---

Исторически сложились три основных направления в моделировании ИИ:

□ Третий подход ориентирован на создание смешанных человеко-машинных, или, как еще говорят, интерактивных интеллектуальных систем, на симбиоз возможностей естественного и искусственного интеллекта.

Важнейшими проблемами в этих исследованиях является оптимальное распределение функций между естественным и искусственным интеллектом и организация диалога между человеком и машиной.



# История развития систем ИИ. часть 3

---

Самыми первыми интеллектуальными задачами, которые стали решаться при помощи ЭВМ были логические игры (шашки, шахматы), доказательство теорем.

Хотя, правда, здесь надо отметить еще кибернетические игрушки типа "электронной мыши" Клода Шеннона, которая управлялась сложной релейной схемой. Эта мышка могла "исследовать" лабиринт, и находить выход из него. А кроме того, помещенная в уже известный ей лабиринт, она не искала выход, а сразу же, не заглядывая в тупиковые ходы, выходила из лабиринта.

Американский кибернетик А. Самуэль составил для вычислительной машины программу, которая позволяет ей играть в шашки, причем в ходе игры машина обучается, улучшая свою игру на основе накопленного опыта. В 1962 г. эта программа сразилась с Р. Нили, сильнейшим шашкистом в США и победила.

Каким образом машине удалось достичь столь высокого класса игры?

# История развития систем ИИ. часть 4

---

Естественно, что в машину были программно заложены правила игры так, что выбор очередного хода был подчинен этим правилам. На каждой стадии игры машина выбирала очередной ход из множества возможных ходов согласно некоторому критерию качества игры. В шашках обычно невыгодно терять свои фигуры, и, напротив, выгодно брать фигуры противника. Игрок, который сохраняет подвижность своих фигур и право выбора ходов и в то же время держит под боем большое число полей на доске, обычно играет лучше своего противника, не придающего значения этим элементам игры. Описанные критерии хорошей игры сохраняют свою силу на протяжении всей игры, но есть и другие критерии, которые относятся к отдельным ее стадиям.

Разумно сочетая такие критерии (например в виде линейной комбинации с экспериментально подбираемыми коэффициентами), можно для оценки очередного хода машины получить некоторый числовой показатель эффективности — оценочную функцию. Тогда машина выберет ход, соответствующий наибольшему показателю. Подобная автоматизация выбора очередного хода не обязательно обеспечивает оптимальный выбор, но все же это какой-то выбор, и на его основе машина может продолжать игру, совершенствуя свою стратегию (образ действия) в процессе обучения на прошлом опыте. Формально обучение состоит в подстройке параметров (коэффициентов) оценочной функции на основе анализа проведенных ходов и игр с учетом их исхода.

# История развития систем ИИ. часть 5

---

Ярким примером сложной интеллектуальной игры до недавнего времени являлись шахматы.

В 1974 г. состоялся международный шахматный турнир машин, снабженных соответствующими программами. Победу на этом турнире одержала советская машина с шахматной программой "Каисса".

В настоящее время существуют и успешно применяются программы, позволяющие машинам играть в деловые или военные игры, имеющие большое прикладное значение. Здесь также чрезвычайно важно придать программам присущие человеку способность к обучению и адаптации. Одной из наиболее интересных интеллектуальных задач, также имеющей огромное прикладное значение, является задача обучения распознавания образов и ситуаций. Решением ее занимались и продолжают заниматься представители различных наук — физиологи, психологи, математики, инженеры.

Такой интерес к задаче стимулировался фантастическими перспективами широкого практического использования результатов теоретических исследований: читающие автоматы, системы ИИ, ставящие медицинские диагнозы, проводящие криминалистическую экспертизу и т. п., а также роботы, способные распознавать и анализировать сложные сенсорные ситуации.

# История развития систем ИИ. часть 6

---

В 1957 г. американский физиолог Ф. Розенблатт предложил модель зрительного восприятия и распознавания — перцептрон.

Появление машины, способной обучаться понятиям и распознавать предъявляемые объекты, оказалось чрезвычайно интересным не только физиологам, но и представителям других областей знания и породило большой поток теоретических и экспериментальных исследований.

Перцептрон или любая программа, имитирующая процесс распознавания, работают в двух режимах: в режиме обучения и в режиме распознавания.

В режиме обучения некто (человек, машина, робот или природа), играющий роль учителя, предъявляет машине объекты и о каждом из них сообщает, к какому понятию (классу) он принадлежит. По этим данным строится решающее правило, являющееся, по существу, формальным описанием понятий. В режиме распознавания машине предъявляются новые объекты (вообще говоря, отличные от ранее предъявленных), и она должна их классифицировать, по возможности, правильно.

# История развития систем ИИ. часть 7

---

Что же касается моделирования логического мышления, то хорошей модельной задачей здесь может служить задача автоматизации доказательства теорем.

Начиная с 1960 г., был разработан ряд программ, способных находить доказательства теорем в исчислении предикатов первого порядка. Эти программы обладают, по словам американского специалиста в области ИИ Дж. Маккатти, "здоровым смыслом", т. е. способностью делать дедуктивные заключения.

В программе К. Грина и др., реализующей вопросно-ответную систему, знания записываются на языке логики предикатов в виде набора аксиом, а вопросы, задаваемые машине, формулируются как подлежащие доказательству теоремы. Большой интерес представляет "интеллектуальная" программа американского математика Хао Ванга. Эта программа за 3 минуты работы IBM-704 вывела 220 относительно простых лемм и теорем из фундаментальной математической монографии, а затем за 8.5 мин выдала доказательства еще 130 более сложных теорем, часть их которых еще не была выведена математиками. Правда, до сих пор ни одна программа не вывела и не доказала ни одной теоремы, которая бы, что называется "позарез" была бы нужна математикам и была бы принципиально новой.

# История развития систем ИИ. часть 8

---

Ещё, пожалуй, здесь можно выделить работы киевского Института кибернетики, где под руководством Н. М. Амосова и В. М. Глушкова (ныне покойного) ведется комплекс исследований, направленных на разработку элементов интеллекта роботов. Особое внимание в этих исследованиях уделяется проблемам распознавания изображений и речи, логического вывода (автоматического доказательства теорем) и управления с помощью нейроподобных сетей.

К примеру можно рассмотреть созданный еще в 70-х годах макет транспортного автономного интегрального робота (ТАИР). Конструктивно ТАИР представляет собой трехколесное шасси, на котором смонтирована сенсорная система и блок управления. Сенсорная система включает в себя следующие средства очувствления: оптический дальномер, навигационная система с двумя радиомаяками и компасом, контактные датчики, датчики углов наклона тележки, таймер и др. И особенность, которая отличает ТАИР от многих других систем, созданных у нас и за рубежом, это то, что в его составе нет компьютера в том виде, к которому мы привыкли. Основу системы управления составляет бортовая нейроподобная сеть, на которой реализуются различные алгоритмы обработки сенсорной информации, планирования поведения и управления движением робота.

# История развития систем ИИ. часть 9

---

В конце данного очень краткого обзора рассмотрим примеры крупномасштабных экспертных систем.

**MICIN** — экспертная система для медицинской диагностики. Разработана группой по инфекционным заболеваниям Стенфордского университета. Ставит соответствующий диагноз, исходя из представленных ей симптомов, и рекомендует курс медикаментозного лечения любой из диагностированных инфекций. База данных состоит из 450 правил.

**PUFF** — анализ нарушения дыхания. Данная система представляет собой MICIN, из которой удалили данные по инфекциям и вставили данные о легочных заболеваниях.

**DENDRAL** — распознавание химических структур. Данная система старейшая из имеющих звание экспертных. Первые версии данной системы появились еще в 1965 году во все том же Стенфордском университете. Пользователь дает системе DENDRAL некоторую информацию о веществе, а также данные спектрометрии (инфракрасной, ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии), и та в свою очередь выдает диагноз в виде соответствующей химической структуры.

**PROSPECTOR** — экспертная система, созданная для содействия поиску коммерчески оправданных месторождений полезных ископаемых.