

Системы искусственного интеллекта

Всё больший интерес для финансово-экономической деятельности, *бизнес-инжиниринга, реинжиниринга бизнес-процессов, контроллинга* представляют СППР, включающие **системы искусственного интеллекта**.

Термин «искусственный интеллект» (ИИ) относится к группе терминов и понятий, получивших широкое распространение, в том числе и у неспециалистов. Большинство людей трактуют ИИ как сравнительно новое научно-техническое направление, с которым связывают надежды на резкое увеличение функциональных возможностей технических объектов, в частности ИС. История ИИ насчитывает всего несколько десятилетий, хотя создать «думающую машину» мечтали многие поколения людей. Первый международный конгресс по искусственному интеллекту состоялся в США в 1969 г., ему предшествовали исследования в разных странах и направлениях.

Теоретический задел, созданный на первом этапе развития интеллектуальных систем при решении достаточно «мелких» задач (машинные игры в шашки, шахматы; сочинение стихов и музыки; перевод и т.д.), привёл к важным практическим результатам — таким, как создание экспертных систем, интеллектуальных расчётно-логических и информационно-поисковых систем, интеллектуальных пакетов прикладных программ и т.д. Кроме того, практические успехи в создании систем ИИ вызвали к жизни новые проекты, в частности проекты разработки компьютеров следующего поколения, которые должны уметь:

- общаться с пользователем на естественном (или близком к нему) языке;
- решать не вполне структурированные задачи;
- давать разумные советы по широкому кругу проблем и т.д.

Вместе с тем специалисты продолжают обсуждать многие основополагающие вопросы, например:

- ✓ Что такое ИИ?
- ✓ Что такое искусственный разум?
- ✓ В чём их отличия?
- ✓ Что является предметом теории ИИ?

■ **Интеллект.** Различают формулировки данного понятия по нескольким направлениям:

- философскую;
- биологическую;
- психологическую.

В *философии* под интеллектом понимают познание, понимание, рассудочную способность к абстрактно-аналитическому расчленению (Г. Гегель), способность к образованию понятий (Э. Кант).

В *психологии* под интеллектом понимают характеристику умственного развития индивидуума, определяющую его способность целенаправленно действовать, рационально мыслить и эффективно взаимодействовать с окружающим миром.

В *биологии* под интеллектом понимают способность адекватно реагировать (принимать решения) в ответ на изменение окружающей обстановки.

Важно отметить: *интеллект — это свойство отдельного субъекта.*

Интеллектом может обладать не только человек, но и любой объект, обладающий способностью к образованию понятий, абстрактно-аналитическому мышлению, целенаправленному действию.

■ **Разум.** В отличие от интеллекта разум — категория сугубо человеческая, опирающаяся на сознание как высшую форму психологической деятельности. Принципиальным моментом в определении разума, так же как и сознания, является его общественный,

социальный характер, поскольку и то, и другое понятия сформировались в результате совместной человеческой деятельности.

Часто используют совместно понятия «рассудок» и «разум». Интересно, что в античной философии считалось, что если рассудок — способность рассуждения — познаёт все относительное, земное и конечное, то разум, сущность которого состоит в целеполагании, открывает абсолютное, божественное и бесконечное.

В настоящее время с рассудком связывают способность:

- 1) строго оперировать понятиями;
- 2) правильно классифицировать факты и явления;
- 3) приводить знания в определённую систему.

Опираясь на рассудок, **разум** выступает как творческая познавательная деятельность, раскрывающая сущность действительности. Посредством разума **мышление** синтезирует результаты познания, создаёт новые идеи, выходящие за пределы сложившихся систем знания.

📖 **Сознание.** Это понятие также трактуется различными науками неоднозначно.

С точки зрения *философии* сознание — свойство высокоорганизованной материи — мозга, выступающее как осознанное бытие, субъективный образ объективного мира, субъективная реальность.

При *социологическом подходе* сознание рассматривается, прежде всего, как отображение в духовной жизни людей, интересов и представлений различных социальных групп, классов, наций, общества в целом.

В *психологии* сознание трактуется как особый, высший уровень организации психической жизни субъекта, выделяющего себя из окружающей действительности, отражающего эту действительность в форме психических образов, которые служат регуляторами целенаправленной деятельности. Важнейшей функцией сознания является мысленное построение действий и предвидение их последствий, контроль и управление поведением личности, её способность отдавать себе отчёт в том, что происходит как в окружающем, так и в собственном духовном мире.

📖 **Психика.** Это свойство высокоорганизованной материи — мозга, являющееся особой формой отражения действительности и включающее такие понятия, как ощущение, восприятие, память, чувства, воля, мышление и др. Отметим, что мышление и память, которыми обычно характеризуют интеллект, входят в понятие психики составными частями.

В психике выделяют две компоненты:

- I. Чувственную (ощущения, восприятие, эмоции).
- II. Рациональную, мыслительную (интеллект, мышление).

Другие составляющие психики — память и волю — можно разделить на память чувств и память мыслей; волю чувств и волю мыслей (инстинкты и долг перед собой и обществом соответственно).

Например, можно помнить, как находится сложный интеграл (память мыслей), а можно помнить ощущение напряжения и усталости при изучении способа его нахождения (память чувств), когда воля чувств (инстинкт самосохранения, желание отдохнуть) боролась с волей мыслей (сознанием необходимости изучения этого способа). Перечисленные понятия обычно разделяют на две пары:

- 1) психика — и интеллект как её составляющая;
- 2) сознание — и разум как его составляющая.

Причём интеллект и разум — рассудочные, мыслительные составляющие соответственно психики и сознания. Основное отличие второй пары от первой состоит в том, что она образовалась в результате социальной, общественной деятельности людей, и поэтому социальный компонент — неотъемлемая и существенная черта сознания и разума. Отсюда

следует очень важный вывод: *принципиально невозможно моделировать сознание и разум во всей полноте, так как для этого пришлось бы моделировать не только человека, но и всю систему его социально-общественных отношений*. В то же время моделировать интеллект как один из компонентов психики отдельных индивидуумов возможно, хотя и очень сложно.

К этому выводу «примыкает» еще один: *искусственный интеллект — это модель рациональной, мыслительной составляющей психики*. Не моделируются эмоции, ощущения, воля, память чувств и т.д. Машинное сочинение стихов и музыки — это моделирование лишь логического компонента психической деятельности, сопровождающей эти «виды творчества (соблюдение рифмы, размера, законов композиции, гармонии и т.п.)». Именно с этим связано неудовлетворительное для большинства людей качество машинных «сочинений».

Учитывая сказанное, можно заключить, что понятие «искусственный интеллект» объединяет три составляющие:

- 1) *искусственный бессловесный интеллект* — модель компоненты психики живых существ, отражающая их способность принимать решения, изменять поведение и т.д. на уровне инстинктов, не имеющих словесного выражения (самосохранение, размножение, приспособление и т.д.);
- 2) *искусственный словесный интеллект* — модель рационального компонента психической деятельности человека без учёта её социального содержания;
- 3) *искусственный разум* — искусственный словесный интеллект, дополненный социальным компонентом.

В дальнейшем, если не будет специальных оговорок, под ИИ будем понимать *искусственный словесный интеллект*.

Приведённые определения основаны на теоретических рассуждениях и в силу этого носят достаточно общий характер.

Существует, по крайней мере, три подхода к определению этого понятия, носящие гораздо большую практическую направленность (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Подходы к определению понятия «искусственный интеллект»

Используя данные подходы, дадим определение понятия «искусственный интеллект».

Искусственный интеллект — это:

- 1) область исследований, в которой изучаются системы, строящие результирующий вывод для задач с неизвестным алгоритмом решения на основе неформализованной исходной информации, использующие технологии символично-образного программирования и средств вычислительной техники.
- 2) область знаний, которая находит применение при решении задач, связанных с обработкой информации на естественном языке, автоматизацией программирования, управлением роботами, распознаванием образов (машинным зрением), автоматическим доказательством теорем, разумными извлечения информации с помощью вычислительной техники.

3) научная дисциплина, задачей которой является разработка математических описаний функций человеческого (словесно-образного) интеллекта с целью аппаратной, программной и технической реализации этих описаний средствами вычислительной техники.

На рисунке 2 представлена классификация систем искусственного интеллекта (Artificial Intelligence System, AIS). Наиболее широкое распространение на практике в настоящее время получили системы ИИ, основанные на знаниях. Понятие «знания» для этих систем имеет принципиальное значение. Под «знанием» в системах ИИ понимается информация о предметной области, представленная определённым образом и используемая в процессе логического вывода. По своему содержанию данная информация является некоторым набором суждений и умозаключений, описывающих состояние и механизмы (логику) функционирования в выбранной, как правило, ограниченной предметной области. Указанные суждения и умозаключения высказываются экспертом (специалистом) в этой области, либо формулируются в результате анализа литературы по данному предметному направлению.

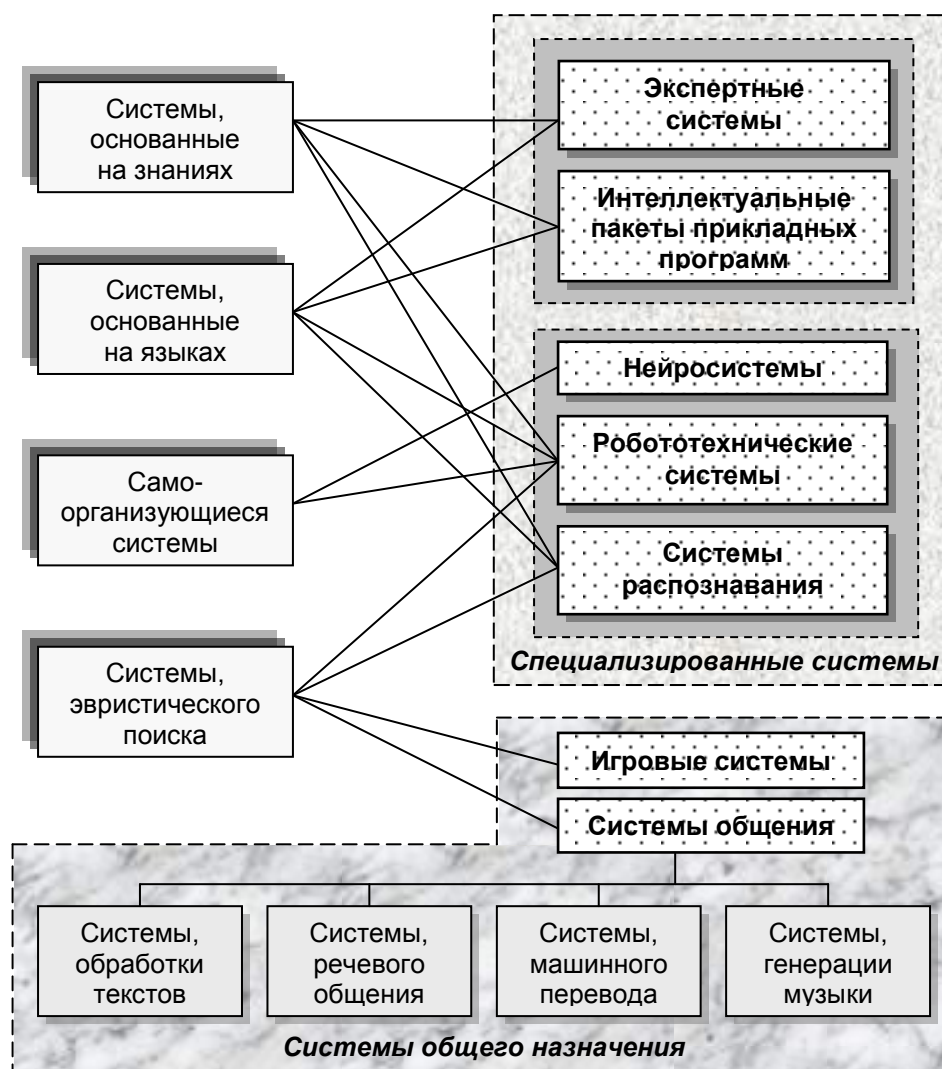


Рисунок 2 – Классификация систем искусственного интеллекта

Способы получения и представления знаний в интересах проектирования систем ИИ в настоящее время составляют предмет сравнительно нового научного направления — *инженерии знаний*. Форма представления знаний имеет отличие от формы пред-

ставления данных. Под данными в ИС понимаются факты и идеи, представленные в формализованном виде, позволяющие (только) передавать, хранить или обрабатывать эти факты и идеи при помощи некоторого процесса. В отличие от данных, знания предполагают сосредоточение не только фактов и идей в указанном выше смысле (первичных данных), но и дополнительных данных, которые описывают (интерпретируют) первичные данные с точки зрения следующих составляющих:

- того, что собой представляют эти данные;
- какие между данными имеются связи;
- какие действия с данными и, каким образом могут выполняться; и т.д.

В системах, основанных на знаниях, предполагается, что исходные знания способны в соответствии с запросами пользователей к системе порождать новые знания. При этом сама процедура порождения новых знаний называется *логическим выводом*. Термин «логический» в данном случае не случаен с двух точек зрения. Системы, основанные на знаниях, моделируют мыслительную деятельность людей лишь на логическом (а не на физиологическом) уровне, и, кроме того, основным математическим аппаратом, лежащим в основе систем этого типа, является аппарат математической логики.

К системам ИИ, полностью основанным на знаниях, языках программирования искусственного интеллекта, естественных языках, относятся два класса систем:

- 1) экспертные системы (ЭС);
- 2) интеллектуальные пакеты прикладных программ (ППП).

Основные идеи этого направления частично (или даже в значительной части) реализуются и в других системах ИИ, в частности робототехнических системах, системах распознавания (см. рисунок 2).

Под *интеллектуальными ППП* понимаются инструментальные пакеты прикладных программ, в которых механизм сборки отдельных подпрограмм (решения частных задач) в общую программу решения требуемой задачи осуществляется автоматически либо на основе механизма логического вывода (например, ЭС), либо на основе алгоритмов, которые извлекают скрытые закономерности из потока данных (например, в нейросетях).

■ В *самоорганизующихся системах* реализуется попытка осуществить моделирование интеллектуальной деятельности человека (или более простых живых существ) не на логическом, а на физиологическом уровне работы головного мозга. В данном случае мозг человека моделируется сетью искусственных нейронов. В соответствии с доказанной Джон фон Нейманом теоремой при воздействии на такую сеть некоторых раздражителей она начинает вырабатывать адекватную реакцию, т.е. способна к самообучению путём самоорганизации. Данное направление позволило получить весомые результаты в области исследования возможностей создания компьютеров сверхвысокого быстродействия и тем самым повысить возможности систем ИИ, создаваемых на других принципах. Кроме того, реальные результаты получены в создании нейросистем распознавания образов.

Основная идея, лежащая в основе создания *нейросетей*, базируется на теореме МакКаллока—Питтса, которая утверждает: *что любая функция естественной нервной системы, которая может быть логически описана с помощью конечного числа слов, может быть реализована формальной нервной сетью. Это означает, что нет таких функций мышления, которые, будучи познаны и описаны, не могли бы быть реализованы с помощью конечной формальной нервной сети, а значит, и в принципе воспроизведены машиной*. Компьютеры новой архитектуры, воплощающие данную идею, получили название *нейрокомпьютеры*.

■ Четвёртое направление разработки систем ИИ связано с реализацией *эвристического подхода* к построению таких систем. Главной особенностью, характерной для данного направления, является полный отказ от следования принципу аналогии при моделировании механизма интеллектуальной деятельности (ни на логическом, ни на физиологическом уровнях). Методологической основой систем эвристического поиска служит то утверждение, что любая интеллектуальная деятельность начинается с некоторых данных и за-

вершается получением определённых результатов также в виде данных. Если техническое устройство позволяет по аналогичным исходным данным получить эквивалентные результаты, то оно может быть отнесено к классу интеллектуальных. При этом механизм переработки исходных данных в результаты не оговаривается и, вообще говоря, может быть совершенно иным по сравнению с реальным. Системы этого типа выполняют функции, которые традиционно производятся человеком, однако реализуют их другими способами.

Широкое распространение данное направление получило при решении различных игровых задач (шахматы, шашки и т.д.). Однако подходы, присущие этому направлению, нашли применение и в других системах ИИ, в частности системах общения (особенно в части речевого общения), системах распознавания, робототехнических системах и др. В то же время следует заметить — специфика эвристического подхода такова, что рецепты создания программ для решения интеллектуальных задач в одной области практики, как правило, неприменимы в другой области, а возникающая необходимость изменения характера учёта факторов при решении прикладных задач вызывает существенную перестройку программы в целом.

При разработке *интеллектуальных робототехнических систем* основная задача состоит в решении теоретических и практических вопросов организации целесообразного поведения подвижных роботов, снабжённых сенсорными и эффекторными (исполнительными) механизмами. Принципиальное отличие робототехнических систем от систем ИИ других типов заключается в том, что эти системы не только воспринимают информацию из окружающего мира и вырабатывают на её основе определённые оценочные выводы, но и, сообразуясь с этими выводами, вносят изменение в окружающий (анализируемый ими) мир.

К настоящему времени в практике находят применение робототехнические системы с относительно простыми сенсорными и эффекторными механизмами, которые способны выполнять действия только в простых средах с заранее зафиксированными свойствами.

Основа проблемы *распознавания образов* или в более широком контексте — *машинное зрение* — заключается в придании системе способности разрешения задач преобразования огромного количества сенсорных данных (например, присутствующих в телевизионном изображении) к относительно краткому и осмысленному описанию наблюдаемой проблемной ситуации. Содержанием такого описания, как правило, является тот минимальный (самый характерный) набор данных, которые отличают изучаемую ситуацию от стандартной. Основная сложность такого описания связана с ответом на следующие вопросы:

- ✓ Какие объекты имеют место в наблюдаемом кадре?
- ✓ Какие из них являются ключевыми для выявленной ситуации?
- ✓ Что надо принять за стандартную ситуацию для выявленных ключевых объектов?
- ✓ В чём отличие рассматриваемой ситуации от стандартной?
- ✓ Откуда первоначально получать наборы стандартных ситуаций?

Трудности, с которыми сталкивается практика при решении каждой из перечисленных задач, указывают на то, что, как и в случае робототехнических систем, данное направление находит реализацию только в самых простых случаях.

В дальнейшем будем рассматривать системы, основанные на знаниях, как получившие наибольшее практическое развитие и распространение в различных отраслях профессиональной деятельности, в том числе и в экономике, что обуславливает необходимость более подробного рассмотрения методов представления знаний в памяти компьютера.

Интеллектуальные системы управления — это системы управления, способные к «пониманию» и обучению в отношении объекта управления, возмущений, внешней среды и условий работы. Основное отличие интеллектуальных систем — наличие механизма системной обработки знаний. Главная архитектурная особенность, которая отличает интеллектуальные системы управления от традиционных, — это механизм получения, хранения и обработки знаний для реализации своих функций.

В основе создания интеллектуальных систем управления лежат два принципа: *ситуационное управление* (управление на основе анализа внешних ситуаций или событий) и использование современных *информационных технологий обработки знаний*.

Существует несколько современных информационных технологий, позволяющих создавать данные систем управления: экспертные системы, искусственные нейронные сети, нечёткая логика, генетические алгоритмы и ряд других. Для разработки интеллектуальных систем управления данные методы должны быть объединены с достижениями современной теории управления.

Интеллектуальные технологии между собой различает, прежде всего, то, что именно положено в основу концепции интеллектуальности — либо умение работать с формализованными знаниями человека (экспертные системы, нечёткая логика), либо свойственные человеку приёмы обучения и мышления (искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы).

В инженерном контексте интеллектуальное управление должно обладать следующими свойствами:

- 1) способностью к обучению и адаптации;
- 2) живучестью (устойчивостью к повреждениям и неполадкам);
- 3) дружественным к пользователю человеко-машинным интерфейсом;
- 4) способностью к включению новых компонентов.

Структурно интеллектуальные системы управления содержат дополнительные блоки, выполняющие системную обработку знаний на основе указанных выше информационных технологий. Данные блоки могут непосредственно включаться в замкнутый контур управления.

Системы ИИ в настоящее время находят применение в таких областях, как:

- планирование и оперативное управление производством;
- выработка оптимальной стратегии поведения в соответствии со сложившейся ситуацией;

и включает аналитические инструменты нового поколения:

- основанными на применении **логики нечётких множеств**: от электронных таблиц (*Fuzzy Calc*) до экспертных систем (*Cubi Calc*) корпорации Hyper Jodic (США);
- аналитические информационные технологии, основанные на использовании **нейронных сетей**.

Существенно расширились возможности интеллектуальных информационных технологий за счёт разработки новых типов логических моделей, появления новых теорий и представлений. Узловыми точками в развитии искусственных интеллектуальных технологий считаются:

- переход от логического вывода к моделям аргументации и рассуждения;
- поиск релевантных знаний и порождение объяснений;
- понимание и синтез текстов;
- когнитивная графика, т.е. графическое и образное представление знаний;
- мультиагентные системы;
- интеллектуальные сетевые модели;
- вычисления, основанные на нечёткой логике, нейронных сетях, генетических алгоритмах, вероятностных вычислениях (реализуемых в различных комбинациях друг с другом и с экспертными системами);
- проблема метазнаний.

Новой концепцией создания перспективных систем ИИ стали **мультиагентные системы**. Здесь предполагается, что *агент* — это самостоятельная интеллектуальная система, имеющая свою систему целеполагания и мотивации, свою область действий и ответственности. Взаимодействие между агентами обеспечивается системой более высокого уровня — метаинтеллектом. В мультиагентных системах моделируется виртуальное сообщество

интеллектуальных агентов — объектов, которые автономны, активны, вступают в различные социальные отношения — кооперации и сотрудничества (дружбы), конкуренции, соревнования, вражды и т.п. Социальный аспект решения современных задач и есть фундаментальная особенность концептуальной новизны передовых интеллектуальных технологий — виртуальных организаций, виртуального общества.

Глобальные информационные сети и системы ИИ в корне меняют наши представления о компаниях и самом умственном труде. Местонахождение участников каких-либо разработок начинает играть всё меньшую роль, зато возрастает значение уровня квалификации участников. Другая причина, определившая бурное развитие систем ИИ, связана с усложнением систем коммуникации и решаемых на их основе задач. Потребовался качественно новый уровень «интеллектуализации» таких программных продуктов, как системы анализа разнородных и нестрогих данных, обеспечения информационной безопасности, выработки решений в распределённых системах и т.п.

Образование. Уже сегодня дистанционное обучение начинает играть важную роль в образовании, а внедрение систем ИИ позволяет существенно индивидуализировать этот процесс сообразно с потребностями и способностями каждого обучаемого.

Быт. Информатизация быта уже началась, но с развитием интеллектуальных информационных технологий появляются принципиально новые возможности. Постепенно компьютеру будут передаваться все новые функции: контроль над состоянием здоровья пользователя, управление бытовыми приборами («интеллектуальные» кондиционеры, обогреватели, ионизаторы, музыкальные центры, средства медицинской диагностики, стиральные машины и т.п.). Информационная среда становится частью окружающей человека среды.