# Содержание

Введение

**Глава I. Искусственный интеллект – его понятие сущность**

**теории**

* 1. Понятие искусственного интеллекта
	2. История развития систем искусственного интеллекта
	3. Подходы к построению искусственного интеллекта
	4. Подход к искусственному интеллекту Алана Тьюринга
	5. Самообучение искусственного интеллекта
	6. Искусственный интеллект – новая информационная

революция

**Глава II Квантовые компьютеры и нейрокомпьютеры**

* 1. Квантовый компьютер
	2. Нейрокомпьютер

**Глава III Основы нейроподобных сетей**

* 1. Некоторые сведения о мозге
	2. Нейрон как элементарное звено
	3. Нейроподобный элемент
	4. Нейроподобный сети
	5. Обучение нейроподобной сети

**Глава IV Может ли компьютер мыслить**

* 1. Реально ли компьютерное мышление

Заключение

Список литературы

# Введение

Сегодняшнее время невозможно представить без компьютера. Применение компьютерных технологий сегодня затрагивает все сферы человеческой деятельности, будь то строительство, промышленность, образование, наука, экономика и т.д.

С каждым годом компьютеры становятся более мощными и производительными, притом технологии развиваются так быстро, что аналитики давшие прогнозы на будущее компьютерной индустрии 10 лет назад, в настоящее время понимают, что здорово просчитались.

Развитие компьютерной техники – это не только увлечение мощности, производительности и снижение себестоимости материалов и технологий, но и разработка и создание новых типов компьютеров, способных мыслить, подобно человеку.

Сегодня, домашний компьютер имеющий процессор с тактовой частотой 5000 MHz, не является фантастикой, хотя раньше о таком даже не думали. Если сегодня тема моей работы звучащая так ” Может ли компьютер мыслить” имеет более философскую направленность, чем направленность математическую. То по прошествии нескольких десятков лет мыслящий компьютер никого удивить не сможет, так же как и сегодня ЭВМ с 2 – х ядерным процессором частотой 5000 MHz. И если студент будущего будет писать подобную работу, на подобную тему, то скорее всего к тому времени будут изложены все математические и логические принципы построения искусственного разума.

Создание искусственно мыслящих машин, может помочь человечеству справиться с теми сложными задачами, с которыми не способен сегодня справиться человек. Например, можно отправлять роботов в далёкие галактики на поиски внеземных цивилизаций. Так же с помощью разумных роботов можно заменить такие профессии как стюард в гостинице или официант, или же использовать роботов для обеспечения безопасности людей. Роботы – полицейские или даже роботы сапёры.

С другой стороны создание искусственного разума может и навредить человечеству. Этому посвящено немало книг в современной художественной литературе, снято не мало фильмов, самым известным из которых является фильм Терминатор. В этом фильме показано в будущем разразилась война людей против созданных ими роботов

Ну, если подойти к проблеме более серьезно – возможно ли на сегодняшний день создание ЭВМ способной мыслить подобно живому человеку. Способных общаться с человеком так, что человек не будет замечать разницы между общением с человеком и машиной. Так что бы общение машины было подобно живому человеческому общению?

Многие учёные скажут – да, такое возможно, но не сегодня, пока человечество ещё не до конца изучившее принципы работы головного мозга, а тем более не может создать мозг электронный или так называемы “кибер мозг” Ведь принципы работы современных ЭВМ достаточно далеки от принципов функционирования живого “биологического” мозга.

Так утверждают пессимисты, а оптимисты работают над созданием и разработкой принципов действия искусственного разума.

Тема моей работы не только актуальна, но и интересна. В своей работе, я попытаюсь изложить сущность искусственного интеллекта, рассказать историю о возникновении теории об искусственном интеллекте. И попытаюсь ответить на вопрос – “Может ли компьютер мыслить?”

**Глава I**

# Искусственный интеллект, его понятие, сущность, теории.

# 1.1 Понятие искусственного интеллекта.

Что бы ближе подойти к проблеме решения вопроса – может ли компьютер мыслить, не возможно не упомянуть такое понятие как искусственный интеллект. Именно этому я бы хотел посвятить первую главу своей работы.

Искусственный интеллект. Не так давно он находился в одном ряду со звездолетами, внеземными цивилизациями и прочими образами будущего, рожденных воображением писателей-фантастов.

Сегодня фраза «искусственный интеллект» уже почти перестала носить научно-фантастический характер. Все чаще это словосочетание появляется в описании новых компьютерных программ и сложных технических устройств. Все чаще можно слышать утверждение, что при современных темпах роста производительности компьютеров и совершенствования программного обеспечения, создание искусственного интеллекта - лишь дело времени.

Термин интеллект[[1]](#footnote-1) (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.

В этом определении под термином "знания" подразумевается не только ту информацию, которая поступает в мозг через органы чувств. Такого типа знания чрезвычайно важны, но недостаточны для интеллектуальной деятельности. Дело в том, что объекты окружающей нас среды обладают свойством не только воздействовать на органы чувств, но и находиться друг с другом в определенных отношениях. Ясно, что для того, чтобы осуществлять в окружающей среде интеллектуальную деятельность (или хотя бы просто существовать), 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".

Здесь я употребил термин интеллектуальная задача. Для того, чтобы пояснить, чем отличается интеллектуальная задача от просто задачи, необходимо ввести термин "алгоритм" — один из краеугольных терминов кибернетики.

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 узбекского математика Аль-Хо резми, 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. Принято считать, что подобного рода деятельность требует участия интеллекта человека. Задачи, связанные с отысканием алгоритма решения класса задач определенного типа, будем называть интеллектуальными.

Что же касается задач, алгоритмы, решения которых уже установлены, то, как отмечает известный специалист в области ИИ М. Минский, "излишне приписывать им такое мистическое свойства, как "интеллектуальность". В самом деле, после того, как такой алгоритм уже найден, процесс решения соответствующих задач становится таким, что его могут в точности выполнить человек, вычислительная машина (должным образом запрограммированная) или робот, не имеющие ни малейшего представления о сущность самой задачи. Требуется только, чтобы лицо, решающее задачу, было способно выполнять те элементарные операции, их которых складывается процесс, и, кроме того, чтобы оно педантично и аккуратно руководствовалось предложенным алгоритмом. Такое лицо, действуя, как говорят в таких случаях, чисто машинально, может успешно решать любую задачу рассматриваемого типа.

Поэтому представляется совершенно естественным исключить их 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. Для решения подобного рода задач имеются стандартные алгоритмы, представляющие собой определенную последовательность элементарных операций, которая может быть легко реализована в виде программы для вычислительной машины. В противоположность этому для широкого класса интеллектуальных задач, таких, как распознавание образов, игра в шахматы, доказательство теорем и т. п., напротив это формальное разбиение процесса поиска решения на отдельные элементарные шаги часто оказывается весьма затруднительным, даже если само их решение несложно.

Таким образом, можно перефразировать определение интеллекта как универсальный сверхалгоритм, который способен создавать алгоритмы решения конкретных задач.

Еще интересным замечанием здесь является то, что профессия программиста, исходя из наших определений, является одной из самых интеллектуальных, поскольку продуктом деятельности программиста являются программы — алгоритмы в чистом виде. Именно поэтому, создание даже элементов ИИ должно очень сильно повысить производительность его труда.

Деятельность мозга (обладающего интеллектом), направленную на решение интеллектуальных задач, можно 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 способность к обучению, обобщению, накоплению опыта (знаний и навыков) и 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.

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 находится 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 удается установить, что один из участников — машина, то такую машину можно считать обладающей интеллектом.

Кстати, интересен план имитации мышления, предложенный А. Тьюрингом. "Пытаясь имитировать интеллект взрослого человека, — пишет Тьюринг, — мы вынуждены много размышлять о том процессе, в результате которого человеческий мозг достиг своего настоящего состояния… Почему бы нам вместо того, чтобы пытаться создать программу, имитирующую интеллект взрослого человека, не попытаться создать программу, которая имитировала бы интеллект ребенка? Ведь если интеллект ребенка получает соответствующее воспитание, он становится интеллектом взрослого человека… Наш расчет состоит в том, что устройство, ему подобное, может быть легко запрограммировано… Таким образом, мы расчленим нашу проблему на две части: на задачу построения "программы-ребенка" и задачу "воспитания" этой программы".

Можно сказать, что именно этот путь используют практически все системы ИИ. Ведь понятно, что практически невозможно заложить все знания в достаточно сложную систему. Кроме того, только на этом пути проявятся перечисленные выше признаки интеллектуальной деятельности (накопление опыта, адаптация и т. д.)

# 1.2 История развития систем искусственного интеллекта.

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.

Наконец, 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.

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 или, по крайней мере, создает впечатление, что обучается, улучшая свою игру на основе накопленного опыта. В 1962 г. эта программа сразилась с Р. Нили, сильнейшим шашистом в США и победила. Каким образом машине удалось достичь столь высокого класса игры?

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 ка чества игры. В шашках (как и в шахматах) обычно невыгодно терять свои фигуры, и, напротив, выгодно брать фигуры противника. Игрок (будь он человек или машина), 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 — дебюту, миттэндшпилю, эндшпилю.

Разумно сочетая такие критерии (например, в виде линейной комбинации с экспериментально подбираемыми коэффициентами или более сложным образом), можно для оценки очередного хода машины получить некоторый числовой показатель эффективности — оценочную функцию. Тогда машина, сравнив между собой показатели эффективности очередных ходов, 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.

По мнению А. Самуэля, машина, использующая этот вид обучения, может научиться играть лучше, чем средний игрок, за относительно короткий период времени.

Можно сказать, что все эти элементы интеллекта, продемонстрированные машиной в процессе игры в шашки, сообщены ей автором программы. Отчасти это так. Но не следует забывать, что программа эта не является "жесткой", заранее продуманной во всех деталях. Она совершенствует свою стратегию игры в процессе самообучения. И хотя процесс "мышления" у машины существенно отличен оттого, что происходит в мозгу, играющего в шашки человека, она способна у него выиграть.

Ярким примером сложной интеллектуальной игры до недавнего времени являлись шахматы. В 1974г. состоялся международный шахматный турнир машин, снабженных соответствующими программами. Как известно, победу на этом турнире одержала советская машина с шахматной программой "Каисса".

Почему здесь употреблено "до недавнего времени"? Дело в том, что недавние события показали, что, несмотря на довольно большую сложность шахмат, и невозможность, в связи с этим произвести полный перебор ходов, возможность перебора их на большую глубину, чем обычно, очень увеличивает шансы на победу. К примеру, по сообщениям в печати, компьютер фирмы IBM, победивший Каспарова, имел 256 процессоров, каждый из которых имел 4 Гб дисковой памяти и 128 Мб оперативной. Весь этот комплекс мог просчитывать более 100'000'000 ходов в секунду. До недавнего времени редкостью был компьютер, могущий делать такое количество целочисленных операций в секунду, а здесь мы говорим о ходах, которые должны быть сгенерированы и для которых просчитаны оценочные функции. Хотя с другой стороны, этот пример говорит о могуществе и универсальности переборных алгоритмов.

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.

В 1957г. 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 их 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.

Проблема обучения распознаванию тесно связана с другой интеллектуальной задачей — проблемой перевода с одного языка на другой, а также обучения машины языку. При достаточно формальной обработке и классификации основных грамматических правил и приемов пользования словарем можно создать вполне удовлетворительный алгоритм для перевода, скажем научного или делового текста. Для некоторых языков такие системы были созданы еще в конце 60-г. Однако для того, чтобы связно перевести достаточно большой разговорный текст, необходимо понимать его смысл. Работы над такими программами ведутся уже давно, но до полного успеха еще далеко. Имеются также программы, обеспечивающие диалог между человеком и машиной на урезанном естественном языке.

Что же касается моделирования логического мышления, то хорошей модельной задачей здесь может служить задача автоматизации доказательства теорем. Начиная с 1960г., 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, "здравым 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.

Очень большим направлением систем ИИ является роботехника. В чем основное отличие интеллекта робота от интеллекта универсальных вычислительных машин?

Для ответа на этот вопрос уместно вспомнить принадлежащее великому русскому физиологу И. М. Сеченову высказывание: "… все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно лишь к одному явлению — мышечному движению". Другими словами, вся интеллектуальная деятельность человека направлена, в конечном счете, на активное взаимодействие с внешним миром посредством движений. Точно так же элементы интеллекта робота служат, прежде всего, для организации его целенаправленных движений. В то же время основное назначение чисто компьютерных систем ИИ состоит в решении интеллектуальных задач, носящих абстрактный или вспомогательный характер, которые обычно не связаны ни с восприятием окружающей среды с помощью искусственных органов чувств, ни с организацией движений исполнительных механизмов.

Первых роботов трудно назвать интеллектуальными. Только в 60-х годах появились очувствленные роботы, которые управлялись универсальными компьютерами. К примеру, в 1969г. в Электротехнической лаборатории (Япония) началась разработка проекта "промышленный интеллектуальный робот". Цель этой разработки — создание очувствленного манипуляционного робота с элементами искусственного интеллекта для выполнения сборочно-монтажных работ с визуальным контролем.

Манипулятор робота имеет шесть степеней свободы и управляется мини-ЭВМ NEAC-3100 (объем оперативной памяти 32000 слов, объем внешней памяти на магнитных дисках 273000 слов), формирующей требуемое программное движение, которое отрабатывается следящей электрогидравлической системой. Схват манипулятора оснащен тактильными датчиками.

В качестве системы зрительного восприятия используются две телевизионные камеры, снабженные красно-зелено-синими фильтрами для распознавания цвета предметов. Поле зрения телевизионной камеры разбито на 64\*64 ячеек. В результате обработки полученной информации грубо определяется область, занимаемая интересующим робота предметом. Далее, с целью детального изучения этого предмета выявленная область вновь делится на 4096 ячеек. В том случае, когда предмет не помещается в выбранное "окошко ", оно автоматически перемещается, подобно тому, как человек скользит взглядом по предмету. Робот Электротехнической лаборатории был способен распознавать простые предметы, ограниченные плоскостями и цилиндрическими поверхностями при специальном освещении. Стоимость данного экспериментального образца составляла примерно 400000 долларов.

Постепенно характеристики роботов монотонно улучшались, Но до сих пор они еще далеки по понятливости от человека, хотя некоторые операции уже выполняют на уровне лучших жонглеров. К примеру, удерживают на лезвии ножа шарик от настольного тенниса.

Еще, 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. Особо е 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.

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 соответствующе й химической структуры.

# 3. Подходы к построению искусственного интеллекта

Существуют различные подходы к построению систем ИИ. Это разделение не является историческим, когда одно мнение постепенно сменяет другое, и различные подходы существуют и сейчас. Кроме того, поскольку по-настоящему полных систем ИИ в настоящее время нет, то нельзя сказать, что какой-то подход является правильным, а какой-то ошибочным.

Для начала кратко рассмотрим логический подход. Почему он возник? Ведь человек занимается отнюдь не только логическими измышлениями. Это высказывание конечно верно, но именно способность к логическому мышлению очень сильно отличает человека от животных.

Основой для данного логического подхода служит Булева алгебра. Каждый программист знаком с нею и с логическими операторами с тех пор, когда он осваивал оператор IF. Свое дальнейшее развитие Булева алгебра получила в виде исчисления предикатов — в котором она расширена за счет введения предметных символов, отношений между ними, кванторов существования и всеобщности. Практически каждая система ИИ, построенная на логическом принципе, представляет собой машину доказательства теорем. При этом исходные данные хранятся в базе данных в виде аксиом, правила логического вывода как отношения между ними. Кроме того, каждая такая машина имеет блок генерации цели, и система вывода пытается доказать данную цель как теорему. Если цель доказана, то трассировка примененных правил позволяет получить цепочку действий, необходимых для реализации поставленной цели. Мощность такой системы определяется возможностями генератора целей и машиной доказательства теорем.

Конечно, можно сказать, что выразительности алгебры высказываний не хватит для полноценной реализации ИИ, но стоит вспомнить, что основой всех существующих ЭВМ является, бит — ячейка памяти, которая может принимать значения только 0 и 1. Таким образом, было бы логично предположить, что все, что возможно реализовать на ЭВМ, можно было бы реализовать и в виде логики предикатов. Хотя здесь ничего не говорится о том, за какое время.

Добиться большей выразительности логическому подходу позволяет такое сравнительно новое направление, как нечеткая логика. Основным ее отличием является то, что правдивость высказывания может принимать в ней кроме да/нет (1/0) еще и про межуточные значения — не знаю (0.5), пациент скорее жив, чем мертв (0.75), пациент скорее мертв, чем жив (0.25). Данный подход больше похож на мышление человека, поскольку он на вопросы редко отвечает только да или нет. Хотя, правда, на экзамене будут приниматься только ответы из разряда классической булевой алгебры.

Для большинства логических методов характерна большая трудоемкость, поскольку во время поиска доказательства возможен полный перебор вариантов. Поэтому данный подход требует эффективной реализации вычислительного процесса, и хорошая работа обычно гарантируется при сравнительно небольшом размере базы данных.

Под структурным подходом мы подразумеваем здесь попытки построения ИИ путем моделирования структуры человеческого мозга. Одной из первых таких попыток был перцептрон Френка Розенблатта. Основной моделируемой структурной единицей в перцептронах (как и в большинстве других вариантов моделирования мозга) является нейрон.

Позднее возникли и другие модели, которые в простонародье обычно известны под термином "нейронные сети" (НС). Эти модели различаются по строению отдельных нейронов, по топологии связей между ними и по алгоритмам обучения. Среди наиболее известных сейчас вариантов НС можно назвать НС с обратным распространением ошибки, сети Хопфилда, стохастические нейронные сети.

НС наиболее успешно применяются в задачах распознавания образов, в том числе сильно зашумленных, однако имеются и примеры успешного применения их для построения собственно систем ИИ, это уже ранее упоминавшийся ТАИР.

Для моделей, построенных по мотивам человеческого мозга характерна не слишком большая выразительность, легкое распараллеливание алгоритмов, и связанная с этим высокая производительность параллельно реализованных НС. Также для таких сетей характерно одно свойство, которое очень сближает их с человеческим мозгом — нейронные сети работают даже при условии неполной информации об окружающей среде, то есть, как и человек, они на вопросы могут отвечать не только "да" и "нет" но и "не знаю точно, но скорее да".

Довольно большое распространение получил и эволюционный подход. При построении систем ИИ по данному подходу основное внимание уделяется построению начальной модели, и правилам, по которым она может изменяться (эволюционировать). Причем модель может быть составлена по самым различным методам, это может быть и НС и набор логических правил и любая другая модель. После этого мы включаем компьютер и он, на основании проверки моделей отбирает самые лучшие из них, на основании которых по самым различным правилам генерируются новые модели, из которых опять выбираются самые лучшие и т. д.

В принципе можно сказать, что эволюционных моделей как таковых не существует, существует только эволюционные алгоритмы обучения, но модели, полученные при эволюционном подходе, имеют некоторые характерные особенности, что позволяет выделить их в отдельный класс.

Такими особенностями являются перенесение основной работы разработчика с построения модели на алгоритм ее модификации и то, что полученные модели практически не сопутствуют извлечению новых знаний о среде, окружающей систему ИИ, то есть она становится как бы вещью в себе.

Еще один широко используемый подход к построению систем ИИ — имитационный. Данный подход является классическим для кибернетики с одним из ее базовых понятий — "черным ящиком" (ЧЯ). ЧЯ — устройство, программный модуль или набор данных, информация о внутренней структуре и содержании которых отсутствуют полностью, но известны спецификации входных и выходных данных. Объект, поведение которого имитируется, как раз и представляет собой такой "черный ящик". Нам не важно, что у него и у модели внутри и как он функционирует, главное, чтобы наша модель в аналогичных ситуациях вела себя точно так же.

Таким образом, здесь моделируется другое свойство человека — способность копировать то, что делают другие, не вдаваясь в подробности, зачем это нужно. Зачастую эта способность экономит ему массу времени, особенно в начале его жизни.

Основным недостатком имитационного подхода также является низкая информационная способность большинства моделей, построенных с его помощью.

С чем связана одна очень интересная идея. Кто бы хотел жить вечно? Я думаю, что почти все ответят на этот вопрос "я".

Представим себе, что за нами наблюдает какое-то устройство, которое следит за тем, что в каких ситуациях мы делаем, говорим. Наблюдение идет за величинами, которые поступают к нам на вход (зрение, слух, вкус, тактильные, вестибулярные и т. д.) и за величинами, которые выходят от нас (речь, движение и др.). Таким образом, человек выступает здесь как типичный ЧЯ.

Далее это устройство пытается отстроить какую-то модель таким образом, чтобы при определенных сигналах на входе человека, она выдавала на выходе те же данные, что и человек. Если данная затея будет когда-нибудь реализована, то для всех посторонних наблюдателей такая модель будет той же личностью, что и реальный человек. А после его смерти она, будет высказывать те мысли, которые предположительно высказывал бы и смоделированный человек.

Мы можем пойти дальше и скопировать эту модель и получить брата близнеца с точно такими же "мыслями".

Можно сказать, что "это конечно все интересно, но причем тут я? Ведь эта модель, только для других будет являться мной, но внутри ее будет пустота. Копируются только внешние атрибуты, но я после смерти уже не буду думать, мое сознание погаснет (для верующих людей слово "погаснет" необходимо заменить на "покинет этот мир") ". Что ж это так. Но попробуем пойти дальше.

Согласно философским представлениям, сознание представляет собой сравнительно небольшую надстройку над нашим подсознанием, которая следит за активностью некоторых центров головного мозга, таких как центр речи, конечной обработки зрительных образов, после чего "возвращает" эти образы на начальные ступени обработки данной информации. При этом происходит повторная обработка этих образов, мы как бы видим и слышим, что думает наш мозг. При этом появляется возможность мысленного моделирования окружающей действительности при нашем "активном" участии в данном процессе. И именно наш процесс наблюдения за деятельностью этих немногих центров является тем, что мы называем сознанием. Если мы "видим" и "слышим" наши мысли, мы в сознании, если нет, то мы находимся в бессознательном состоянии.

Если бы мы смогли смоделировать работу именно этих немногих "сознательных" нервных центров (работа которых правда основана на деятельности всего остального мозга) в качестве одного ЧЯ, и работу "супервизора" в качестве другого ЧЯ, то можно было бы с уверенностью говорить, что "да, данная модель думает, причем так же, как и я". Здесь я ничего не хочу говорить о том, как получить данные о работе этих нервных центров, поскольку на мой взгляд сегодня нет ничего такого, что позволило бы следить за мозгом человека годами и при этом не мешало бы его работе и жизни.

И заканчивая ознакомление с различными методами и подходами к построению систем ИИ, хотелось бы отметить, что на практике очень четкой границы между ними нет. Очень часто встречаются смешанные системы, где часть работы выполняется по одному типу, а часть по-другому.

# 4. Подход к искусственному интеллекту Алана Тьюринга.

Тьюринг (Turing) Алан Матисон (1912 — 1954) — гениально одаренный английский математик. В возрасте 24 лет написал работу "О вычислимых числах", которой суждено было сыграть исключительно важную роль в развитии вычислительной математики и информатики. Работа касалась очень трудной проблемы математической логики — описания задач, которые не удавалось решить даже теоретически. Пытаясь найти такое описание, Тьюринг использовал в качестве вспомогательного средства мощное, хотя и существующее лишь в его воображении, вычислительное устройство, в котором он предвосхитил ключевые свойства современного компьютера.

Тьюринг назвал свое абстрактное механическое устройство "универсальной машиной", поскольку она должна была справляться с любой допустимой, то есть теоретически разрешимой задачей — математической или логической. Данные должны были вводиться в машину на бумажной ленте, поделенной на клетки — ячейки. Каждая такая ячейка либо содержала символ, либо была пустой. Машина могла не только обрабатывать записанные на ленте символы, но и изменять их, стирая старые и записывая новые в соответствии с инструкциями, хранимыми в ее внутренней памяти. Некоторые идеи Тьюринга были, в конечном счете, воплощены в реальных машинах.

Алан Тьюринг участвовал в послевоенные годы в создании мощного компьютера — машины с хранимыми в памяти программами, ряд свойств которой он взял от своей гипотетической универсальной машины. Опытный образец компьютера ACE (Automatic Computing Engine — автоматическое вычислительное устройство) вступил в эксплуатацию в мае 1950 г. Тьюринг увлекался проблемами машинного интеллекта (он даже придумал тест, который по его мнению позволял выяснить, может ли машина мыслить).

Вероятно, Тьюринг мог бы еще многого достигнуть в этой области, но этому мешала его экцентричность. В 1954г., занимаясь изготовлением химических веществ из обычных бытовых продуктов, Тьюринг получил цианистый калий и принял его.

Нельзя сказать, что идея "мыслящей" машины была абсолютно новой.Достаточно вспомнить Раймонда Луллия, который еще в 1272 году предложил создать устройство, способное произвести все возможные знания, составляя слова случайным образом. Другой работой Луллия было логическое доказательство истинности христианства - задача того же масштаба и той же степени невыполнимости. Позднее, в 1726 году, эта идея Луллия была высмеяна Джонатаном Свифтом в его "Путешествии Гулливера", где была описана попытка сумасшедшего профессора привести в действие усилиями сорока студентов "машину размером 20 футов в каждом измерении", которая должна была произвести все знания о мире, складывая слова всех языков, написанные на обрывках бумажной ленты.

Машина Тьюринга тоже должна была оперировать с бумажной лентой. Но все же, одна машина Тьюринга представляется достаточно примитивным устройством, и в "мире Тьюринга" возникает "Всемирная Машина", способная читать записи всех остальных машин, которые являются моделями скорее рефлексов, чем интеллекта. "Всемирная Машина" и есть то, что, в принципе, может собрать все возможные знания о мире Тьюринга. Отметим еще одну аналогию с механизмом Луллия - логическое обоснование Бога, как всеведущего существа. Всемирная Машина должна была являться своеобразным всеведущим и почти всемогущим Богом в мире Тьюринга. Собственно, сам термин "компьютер" (computer) до Тьюринга означал человека, который выполняет вычисления. Впервые его применительно к техническому устройству использовал именно Тьюринг в 1936 году: "Таким образом, можно сказать, что специализированная машина может выполнять вычислительную работу (computing), если бумажная лента содержит соответствующие инструкции и правила".

Однако самым главным в работе Тьюринга было определение интеллекта именно через его способность к самообучению. Сейчас это кажется очевидным. Но из наблюдения за поведением человека отнюдь не следует, что способность к самообучению является неотъемлемой частью сознания. Вспомните такие принципы, как "оставаться верным себе в любых обстоятельствах", "оставаться самим собой". Похоже, что если не большинство, то по крайней мере значительная часть "человеческих существ" не являются носителями интеллекта, по крайней мере, в части его неотъемлемой возможности к самосовершенствованию. Что, впрочем, не лишает их права оставаться "человеческими существами". Можно предположить, что упомянутая функция человеческого сознания должна присутствовать по крайней мере в детстве. А вот потом взгляды на ее необходимость и на то, является ли она положительной чертой человеческого характера, разделяются. Но Тьюринг из всех проявлений многогранного процесса (и одновременно - явления), каковым является человеческое сознание, выделил именно "самообучаемость" как основное характеристическое свойство.

В науке не обязательно решить задачу, иногда именно постановка задачи является самым главным, так как это определяет направление развития на многие годы, в то время как результат, обладая законченной ценностью, уже не несет в себе возможности к развитию. Существует небезосновательное мнение о том, что человек способен привыкнуть и приспособиться к любым условиям жизни. Если физические условия меняются на протяжении одной жизни незначительно, то информационная среда, а следовательно, и правила игры и свойственные им "выигрышные стратегии" гораздо более изменчивы. Те из них, которые были признаны общественным мнением безусловно правильными в период детства и воспитания конкретного человека, всего лишь через несколько десятилетий могут оказаться совершенно бесперспективными, что находится в явном противоречии с необходимостью выживания. Или выживание не является такой уж необходимостью? Ответ на этот вопрос многое бы прояснил в решении конкретных жизненных ситуаций и особенно классической проблемы "отцов и детей", но, боюсь, единого мнения здесь сформировать не удастся. Каждый принимает решение о степени своей возможной адаптации сам. И каждый прав, но только для себя, какое бы он решение ни принял. Скорее всего, речь идет о неизбежной реализации *предопределенной* схемы поведения, заложенной генетически и функционирующей в соответствии с биологическим отсчетом времени на протяжении развития индивидуума, либо о "жестком ядре" личности и изменчивой, адаптирующейся внешней оболочке, причем граница между первым и вторым опять-таки определена генетическими особенностями на "аппаратном" уровне.

Но для Тьюринга, самостоятельно изучавшего квантовую физику и теорию относительности еще в школе, этот вопрос был решен однозначно. Он спроецировал на машину свое собственное отношение к миру, а принципы обработки информации, заложенные в нее, несомненно являются результатом интроспекции. То есть машина Тьюринга - это, прежде всего, модель самого Тьюринга, своеобразный "памятник нерукотворный" собственному интеллекту. Иными словами - особенности мировосприятия Тьюринга наиболее точным образом представляются его машиной.

Подтверждением этому является странное ощущение, остающееся от чтения статей и записей Тьюринга. Текст очень конкретен и целеустремлен. Каждое слово выполняет свою роль однозначно. Поэтому в этой статье вы почти не найдете цитат из оригинальных работ тьюринга http://www.kings.cam.ac.uk/library/archives/modern/catalogue/turing/. Фразы настолько функциональны и на своем месте, что, будучи вырваны из контекста, либо теряют смысл, либо становятся никому не интересными общими местами и очевидными утверждениями.

Наилучшее практическое применение конструктивизм и практицизм Тьюринга, совмещенные со способностью к глубокому абстрактному мышлению, нашли в криптологии.

В 1939 году, после начала второй мировой войны, Тьюринг был приглашен для работы, а точнее - службы в Британской школе кодов и шифров, расположенной в Блечли Парк (Bletchley Park) в Оксфордшире. Тьюринг согласился легко и быстро. Дело здесь было не столько в патриотизме или наследственной готовности служить империи. Служба в Блечли гарантировала "бронь" от других, менее привлекательных, видов выполнения патриотического долга. Тьюрингу было 27, он был молод, здоров, с отличной спортивной подготовкой. Классический пример "джентльмена-спортсмена" - если не учитывать занятий математикой и нетрадиционной сексуальной ориентации. Но это не было главным. Его, в первую очередь, привлекла сама задача взлома немецких военных кодов. Интеллектуальное противоборство - своего рода игра. Шахматы и другие абстрактные игры с реальным противником всегда привлекали его, хотя в своих занятиях спортом он избегал коллективных игр, отдавая предпочтение бегу, гребле и езде на велосипеде. Задача, стоявшая перед "школой", а на самом деле - военной секретной лабораторией, входившей в ведомство Британской Intelligence Service, касалась, в первую очередь, конкретной разновидности криптограмм, создаваемых при помощи "Энигмы" - специального электромеханического устройства, применявшегося в германской авиации и, особенно, военно-морском флоте для шифровки радиограмм.

Азарт добавляло сознание того, что в этих "шахматах" роли фигур и пешек выполняли бомбардировщики Люфтваффе и немецкие подводные лодки, начинавшие позиционную войну в Атлантике, с одной стороны, и королевские ВВС и конвои союзников - с другой. Война на интеллектуальном поле шла по всем правилам, с поочередным нанесением ударов, обманными маневрами и ловушками, требующими для своего раскрытия самого бесценного - времени. Не нужно объяснять, что "читаемость" радиограмм противника во многом определяла успех боевых действий - особенно в воздухе и на море. За научным приоритетом стояли человеческие жизни.

Особенность немецкой системы шифрования при помощи "Энигмы" заключалась в том, что даже обладание образцом самой машины не обеспечивало расшифровки. Основным узлом "Энигмы" являлся набор барабанов, образующих огромное количество возможных комбинаций, что давало немецким специалистам возможность длительное время считать такой метод кодирования принципиально не поддающимся расшифровке даже при захвате самого устройства или восстановлении его из обломков на месте падения сбитых самолетов.

Тьюринг испытывал небывалый эмоциональный подъем и удовлетворение от напряженной работы ума. Совместно со своими коллегами, среди которых было много талантливых ученых, он разрабатывает "Бомбу" (the Bombe) которая позволяет уже с середины 1940 года расшифровывать все кодированные сообщения Люфтваффе. Более сложный вариант "Энигмы", применявшийся в немецком военно-морском флоте, сопротивлялся дольше. Но с весны 1941-го и все шифровки, передававшиеся немецким подводным лодкам, стали "читаемыми" в Блечли. Помогло этому то, что 9 мая 1941-го три британских эсминца атаковали и заставили сдаться немецкую U-110. При этом "Энигма" и книги кодов были захвачены абордажной командой.

Прошло около года, прежде чем немцы поняли, что причиной провала многих операций является расшифровка "принципиально не читаемых" радиограмм. С 1 февраля 1942-го на "Энигмах" устанавливается четвертый барабан, на порядки увеличивающий количество возможных комбинаций. Но 30 октября 1942 года пять британских эсминцев в Средиземном море повреждают и захватывают U-559. При попытке обнаружить "Энигму" с четырьмя роторами на быстро погружающейся поврежденной лодке погибло два английских моряка. Однако англичане успели найти новую книгу кодов, которая и дала недостающие ключи. На этот раз Тьюринг не был непосредственно занят в очередном раунде "войны мозгов". С задачей успешно справились его ученики и коллеги, но на это потребовалось еще два месяца. В общей сложности союзники не имели возможности расшифровывать немецкие коды одиннадцать месяцев.

Тьюринг являлся руководителем группы, работавшей с "Энигмой" до 1943-го, и оставался главным консультантом позднее, хотя уже с ноября 1942-го и до марта 1943-го он находится в США, консультируя американских специалистов по вопросам декодирования. Его консультации и непосредственное участие в работе американских коллег в Дейтоне (Огайо) позволили наладить американцам производство "Бомб", аналогичных созданным в Блечли. В американских источниках этот период в его деятельности почти не отражен. Это вполне естественно, так как американцы создали свой миф о том, что именно их усилиями были раскрыты шифры "Энигмы". Факты драматической игры оставались секретными до 1996-го, хотя на этот сюжет написано несколько книг, поставлены пьеса и несколько кино- и телефильмов. В американском изложении во главу угла ставился не поединок умов, а крепкие американские парни, которым удалось захватить немецкую субмарину U-571 с секретным оборудованием, что нашло свое отражение в не очень достоверной экранизации. На самом деле, U-571, потопившая советский транспорт "Мария Ульянова" и несколько судов союзников, была сама потоплена австралийским самолетом в 1944-м вместе с кодами и "Энигмой". Позднее, в 1946 году, описывая роль американцев в декодировании, Тьюринг отметил, что они первоочередное значение придавали не творческой мысли, а механизации.

Однако в Англии роль Тьюринга была оценена по достоинству. О его работе был осведомлен сам Черчилль, и в 1945 году Тьюринг был награжден Орденом Британской Империи (O.B.E.) "за жизненно важный вклад в военные усилия"

Уже, начиная с августа 1944 года, он ведет работу с первыми электронными устройствами. Еще в "Бомбах" для повышения быстродействия кроме электромеханических реле применялись ключи на электронных лампах. Более совершенная машина "Колосс" (The Colossus) работа над которой началась в Блечли в 1943-м, состояла уже из тысяч электронных ламп и по своим размерам соответствовала названию. Электронным был и один из первых "скремблеров" - "Делайла" (Delilah) - устройство для кодирования голосовых сообщений. Эта работа проводилась отделом MI6 британской Intelligence Service на базе в Хенслоп Парк (Hanslope Park) в Букингемшире. Но больше всего Тьюринга привлекало в ней то, что новая элементная база открывала реальную возможность для создания Всемирной Машины.

# 5. Самообучении искусственного интеллекта.

Многие вопросы, над которыми размышляли крупнейшие умы человеческой цивилизации, по прошествии времени становятся тривиальными и очевидными. Они входят в школьные программы, и непонимание их становится признаком задержки в умственном развитии. Это нормальный процесс эволюции знания. Но остаются проблемы из разряда "вечных", которые не были решены, и неизвестно, существует ли у них решение вообще. К их числу относится понимание того, что такое интеллект, определение искусственного интеллекта и все, связанные с ними практические вопросы. Научным базисом современных разработок в этой области явились работы Норберта Винера, в которых он показал, что основой информационных процессов, происходящих в живом организме, являются сложные отрицательные и положительные обратные связи, которые могут быть смоделированы в искусственном автоматическом устройстве.

Практическая важность темы стала очевидна не так уж давно, если применять временные масштабы истории развития человеческой мысли. Однако сегодня "интеллектуальные агенты" типа Copernic`а или системы распознавания образов установлены уже почти на каждом компьютере. Причиной, почему этот вопрос не нашел своего однозначного решения до сих пор, является то, что для его понимания необходимо применить иные принципы мышления, отличающиеся от тех, которые являются основными для большинства носителей не только "искусственного", но и "естественного" интеллекта. Нельзя понять нечто, находясь внутри. Необходим взгляд извне. Только такой подход может дать объяснение явлению в его взаимодействии с окружающим. Иными словами, для того чтоб понять, как мы думаем, надо думать иначе или не думать вовсе... А понять это необходимо, так как наши "железные" творения уже приблизились к уровню, когда отношение к ним, просто как к техническим приспособлениям, может оказаться недопустимым и привести к стратегическим ошибкам.

Начать анализ существующих систем искусственного интеллекта и сделать предположения об их дальнейшем развитии удобнее всего с программ распознавания графических образов и речи. Эта задача, рассмотренная изолировано, еще не дает ответа на вопрос о том, что же такое искусственный интеллект или способность к мышлению вообще, но позволяет вплотную подойти к нему. Не случайно еще классики марксизма-ленинизма связывали в своих философских работах вопрос появления "человека разумного" с развитием речи.

Если говорить именно об обработке речи, то программное обеспечение от Dragon Systems практически уже решило этот вопрос. Пятая версия Speech SDK от Microsoft, являясь, как и все произведения этой компании, гораздо более громоздким (более 500 Мб на системном диске!) и требовательным к используемым ресурсам, также позволяет обеспечить приемлемое для диктовки качество. Устойчивое распознавание слов и даже целых фраз достигается после нескольких часов тренировки и адаптации системы к особенностям произношения и создания статистической модели речи пользователя. При этом оно может достигать 95-98%. Если сравнить, то, наверное, и человек не сможет разобрать устную речь точнее.

В основе принципа действия упомянутых программных продуктов лежит математическая модель преобразования акустических сигналов в числовые последовательности, каждой из которых соответствует то или иное слово из предварительно загруженного словаря. Словари могут дополняться пользователем, а вероятность выбора из списка близких по своим числовым параметрам слов изменяется в зависимости от частоты их употребления конкретным пользователем. Распознавание графических образов, от стандартных шрифтов до разборчивого рукописного текста, известное большинству читателей по программному обеспечению от фирмы ABBYY (Fine Reader), имеет в своей основе тот же принцип.

Однако сходство между искусственными и естественными или биологическими системами носит чисто внешний характер. Необходимо сразу внести определенность в терминологию. В случае перечисленных программных продуктов мы имеем дело с распознаванием или узнаванием образов, а вот говоря о биологических системах вообще и человеке в частности, правильнее говорить об их понимании. В чем разница?

Диктуя своему скверно русифицированной программе Dragon Systems , легко можно обнаружить напечатанной фразу о том, что "Солнце ярко синело на небе". И "Дракон" может гордиться тем, что определил именно эту символьную последовательность с вероятностью 90%, так как слова "сияло" и "синело", с его точки зрения, почти не различаются. Если программа будет учитывать более полную статистику не только по словам, но и по словосочетаниям, (последние версии ряда Natural Speaking уже это делают), а процесс ее обучения составит не дни, а месяцы, что по человеческим меркам - довольно быстро, то, конечно, в следующий раз она запишет эту фразу правильно. Но принцип "узнавания" все же, останется именно узнаванием, а не пониманием.

С точки зрения "понимания", прежде всего, необходимо исключить вариант того, что повествование идет от лица собаки, которая из всего спектра цветов различает только оттенки синего, и, следовательно, для нее солнце действительно может "синеть", так как ничего иного ему не остается. Но если говорить серьезно, то для правильного понимания сказанной фразы необходимо иметь представление об описываемых образах реальности. Надо иметь опыт и помнить ощущения жары, лета, берега моря или иной ситуации, в которой данное описание могло бы иметь место. При этом слова (неважно, на каком языке, так как для понимания выбор языка не является принципиальным) являются лишь отражением этой реальности. С точки зрения нашего "Дракона" (или иной системы распознавания образов) это было бы возможным, если оснастить его температурными и световыми спектральными датчиками и отправить в отпуск, скажем, в Анталию. Иными словами, обеспечить ему весь набор органов чувств, сходных с человеческими, и позволить пройти процесс обучения с целью накопления базы данных жизненного опыта хотя бы пятилетнего ребенка. Вывод прост - адекватное человеческому понимание речи или иной вводимой информации возможно только при тождественности жизненного опыта и устройств ввода. Ведь программа распознавания может быть достаточно совершенна и адекватна, но только самой себе. Все ее "органы чувств" состоят из микрофона и клавиатуры, а жизненный опыт - это те часы тренировки и запоминания речевой модели при диктовке, которые она, собственно, и "прожила", как уникальное виртуальное "существо" во взаимодействии со своим окружающим миром, ограниченным голосом "хозяина".

Но и этого еще не достаточно для "понимания". Одной из самых важных черт систем искусственного и "естественного" интеллекта является способность к самообучению. В системах распознавания образов, помимо первичной тренировки изначально установленных словарей и таблиц символов, существует еще и процесс исправления ошибок распознавания, который также запоминается и становится частью их "жизненного опыта". Это очень похоже на дрессировку. Правда, возможности стимулирования здесь сильно ограничены. Правильно определенное слово (или символ) проходит "по умолчанию", а вот ошибка требует ручного ввода нужного значения и, возможно, его дополнительной тренировки. При этом системе, в общем-то, все равно, правильно или нет была определена данная последовательность. Отрицательные эмоции приходятся на долю пользователя-дрессировщика. С собачкой Павлова дело обстоит более жестко: за правильную последовательность действий - сахар, а за ошибку - можно и удар электротоком (или просто удар) получить. Справедливее было бы, если ручная коррекция ошибок распознавания (или, в более общем виде, исправление неправильной с точки зрения "хозяина" реакции на команду или сигнал) вызывала "отрицательные эмоции" именно у системы. Представляете - вы вносите исправление в продиктованный текст, а ваш "Дракон" жалобно попискивает от обиды и переживаний за свою некомпетентность (а может, так оно и есть?)!

В природе существует два механизма совершенствования поведенческих реакций (в нашем примере - это вывод в текстовой форме продиктованного и распознанного материала). Для простейших организмов - это, в основном, принцип естественного отбора, когда наиболее адекватно реагирующие на окружающую среду особи оказываются и наиболее плодовитыми, а сами реакции закрепляются в генетическом коде. Для наиболее развитых представителей и, соответственно, для более сложных поведенческих реакций основным становится механизм мотивации за счет эмоций. Уже не просто физическая боль, чувство голода или стремление к размножению, но и весь мир страданий и радостей - часто по совершенно не понятным на первый взгляд причинам - становится той силой, которая движет человеком (или не только человеком?) по пути самообучения и развития.

Вспомним Книгу Иова (глава 5): "Но человек рождается на страдание, как искры, чтоб устремляться вверх". Вопрос только в том, положительная или отрицательная мотивация (кнут или пряник) преобладает в каждой конкретной жизни. Обычно приходится иметь дело с обоими вариантами, а вообще - кому как повезет...

Из этого следует, что, кроме неадекватности мировосприятия, вторым отличием современных систем искусственного интеллекта является отсутствие стимулов или мотивации для развития как на индивидуальном, так и видовом уровне. Но это отличие является вполне преодолимым.

Если говорить о развитии на видовом уровне, то уже известны "мутирующие" вирусы, которые хотя и не являются интеллектуальными в полном смысле, но зато уже вполне способны в процессе естественного отбора в искусственной среде передавать своим "потомкам" наиболее зловредные черты, препятствующие их отлову.

Вопрос мотивации или создания стимулов к развитию на эмоциональном уровне также является вполне разрешимым. Для этого достаточно понять, что эмоция, положительная или отрицательная, - это всего лишь, соответственно, положительная или отрицательная обратная связь, свойственная любому автоматическому устройству. Поясню: отрицательная эмоция, или отрицательная обратная связь, - это процесс, в котором заложено стремление к его прекращению. Соответственно, и положительная эмоция, или положительная обратная связь, - это процесс, несущий тенденцию к своему продолжению или многократному повторению. Варианты их технической реализации многочисленны, и практически любое устройство - от классического сливного бачка с поплавком и клапаном до современного электрочайника - содержит в себе несколько примеров обратных связей. Естественные же и природные системы буквально насыщены их всевозможными вариантами. Важно отметить, что, в отличие от отрицательной, положительная обратная связь всегда склонна к насыщению, то есть прекращению своей "положительности" с течением времени или после повторения нескольких циклов. Это является принципиальной особенностью. Чисто житейский вывод - страдание бесконечно, а удовольствие всегда ограниченно ("вечный кайф" недостижим). Так что в приведенной цитате из Книги Иова, к сожалению, больше правды, чем нам хотелось бы. Да и кто когда-нибудь слышал, чтоб удовлетворенный и довольный субъект создал что-нибудь достойное внимания, кроме как в области кулинарии?

Внутренние противоречия, конфликты и неудовлетворенность всегда были нормой в творческой среде. Можно попытаться вывести общую закономерность о преобразовании количества неудовлетворенности и страдания в импульс развития, но категории являются слишком общими и расплывчатыми. Одно ясно - Господь Бог посредством применения теории эволюции и теории игр в полной мере оснастил нас комплексом взаимоисключающих желаний и связанными с ними переживаниями для нашего же развития на благо общего прогресса. Причем мера персональных страданий каждого из участников процесса значения не имеет и заслугой не является, а что является конечной целью этого самого прогресса - одному Богу ведомо. Как это очевидное положение совместить с образом Христианского Бога, любящего и всепрощающего, мне пока не ясно. Может, кто на форуме разъяснит. У Ирины Богушевской на эту тему есть замечательная песенка со словами: "Небесам все равно, что будет с нами"... Поэтическое и научное восприятие мира часто приводят к одинаковым выводам.

А что если для стимуляции обучения, по примеру Господа Бога, поступившего так с нами, дать им возможность безграничного страдания и кратковременной радости?

Оказывается, подобная работа уже ведется. В качестве стимула выбрано элементарное чувство голода, или - поясню для тех, кто не знает, что это такое, - физиологическое ощущение возможного прекращения существования при отсутствии некоторых внешних компонентов. Речь идет об уникальной серии "Гастророботов", извлекающих электроэнергию из переработки белков и углеводов в специальном биореакторе. Первой машиной в ряду вечно голодных творений человека является "Жуй-жуй" (Chew Chew), сконструированный Стюартом Вилкинсоном (Stuart Wilkinson) в Университете Тампа (Южная Флорида). Сам изобретатель считает мясо идеальным кормом для своего создания, однако пока "Жуй-жуй" ест кусочки сахара, так как при этом, на радость лаборантам, он оставляет минимум "фекалий". Основной стратегией робота является изучение окружающей среды - вполне реальной, с целью обнаружения и потребления пищи. Адекватность восприятия окружающего мира является достаточно условной и достигается при помощи ультразвуковых сонаров. "Жуй-жуй" пока не сможет подкрасться к вам незаметно, так как состоит из трех вагончиков на колесах, длиной около метра каждый, и похож на поезд детской железной дороги. Постоянное чувство голода - его нормальное состояние, так как аккумуляторы требуют непрерывной подзарядки. Продолжением проекта должна стать подводная машина, питающаяся рыбой и предназначенная для патрулирования побережья и защиты купающихся от акул. Как бы здесь программисты не ошиблись и не создали реальные стальные "челюсти", ведь пловец более легкая добыча, чем акула и автономный "Жуй-жуй" может легко переучиться в "Кус-куса". А какие мысли будут в его вечно голодных электронных мозгах, когда он будет наблюдать беззащитного "Творца", проплывающего вверху, на поверхности?

Несомненно, что развитие науки и технологии в области искусственного интеллекта создает целую группу вопросов, требующих своего решения. Среди них есть и морально-этические проблемы. Причем голодающий, жаждущий мяса "Жуй-жуй" - пожалуй, не самая главная из них. Некоторые из них мы рассмотрим в последующих статьях цикла.

Сейчас же я хотел бы сформулировать вывод, который, возможно, поможет по-иному взглянуть на окружающие предметы, животных и людей. Он заключается в следующем - почти все, что находится рядом с вами, наделено в той или иной мере способностью к отражению мира, к страданию или радости и демонстрирует некоторые признаки интеллекта, далеко не всегда искусственного, а чаще - вполне естественного происхождения. То, что вы их не замечаете, не означает, что их нет. Просто они не совместимы с вашим уникальным восприятием мира.

Может, не так уж и не правы индуистские монахи и последователи некоторых древних учений, одушествляющие все окружающие предметы и наделяющие их способностью "мыслить", страдать и радоваться?

# 1.6 Искусственный интеллект – новая информационная революция.

В последнее время наблюдается возрастание интереса к искусственному интеллекту, вызванное повышением требований к информационным системам. Умнеет программное обеспечение, умнеет бытовая техника. Мы неуклонно движемся к новой информационной революции, сравнимой по масштабам с развитием Интернета, имя которой – искусственный интеллект.

Все уже, наверное, слышали об электромеханических собаках в Японии, способных узнавать хозяина в лицо, выполнять некоторые простейшие команды и имеющие некоторую способность к обучению. Слышали и про холодильники с выходом в Интернет и про внедрение Microsoft в будущие версии Windows элементов искусственного интеллекта.

В подобном развитии области искусственного интеллекта нет ничего необычного. Здесь уместно привести гипотезу о встречной эволюции человека и компьютера: человек сначала учиться видеть, ходить, разговаривать, а уже потом развивает способности к вычислениям и логическим выводам. Компьютер же наоборот, рождается как вычислительная система, базирующаяся на формальной логике, в процессе развития приобретает способности к распознаванию образов, синтезу речи и управлению в реальном времени.

В настоящее время различают два основных подхода к моделированию искусственного интеллекта (AI – artificial intelligence): машинный интеллект, заключающийся в строгом задании результата функционирования, и искусственный разум, направленный на моделирование внутренней структуры системы.

Моделирование систем первой группы достигается за счет использования законов формальной логики, теории множеств, графов, семантических сетей и других достижений науки в области дискретных вычислений. Основные результаты заключаются в создании экспертных систем, систем разбора естественного языка и простейших систем управления вида «стимул-реакция».

Системы второй группы базируются на математической интерпретации деятельности нервной системы во главе с мозгом человека и реализуются в виде нейроподобных сетей на базе нейроподобного элемента – аналога нейрона.

Нейроподобные сети в последнее время являются одним из самых перспективных направлений в области искусственного интеллекта и постепенно входят в бытность людей в широком спектре деятельности.

Что же такое нейроподобная сеть? Это искусственный аналог биологической сети, по своим параметрам максимально приближающийся к оригиналу. Нейроподобные сети прошли длинный путь становления и развития, от полного отрицания возможности их применения до воплощения во многие сферы деятельности человека. Были предложены различные нейросетевые парадигмы, определяющие область применения.

Сети первой группы, такие как сети обратного распространения ошибки, сети Хопфилда и др. используются для распознавания образов, анализа и синтеза речи, перевода с одного языка на другой и прогнозирования. Это вызвано такими особенностями сетей как восстановление изображения по его части, устойчивостью к зашумлению входного сигнала, прогнозирование изменения входов и параллельность вычислений. Также, немаловажной характеристикой является способность функционировать даже при потере некоторой части сети.

Сети второй группы используются как системы управления в реальном времени несложных объектов. Это управление популярными в последнее время интеллектуальными агентами, выполняющими роль виртуальных секретарей. Особенностями данной группы является появление некоторых внутренних стимулов, возможностью к самообучению и функционированию в реальном времени.

И, наконец, сети третьей группы, являющиеся дальнейшим развитием предыдущих, представляют собой уже нейроподобные системы и нацелены они на создание экзотических в настоящее время виртуальных личностей, информационных копий человека, средой обитания которых является глобальная сеть интернет. Данное направление только зарождается, но есть немалый шанс, что мы станем свидетелями ситуации рождения виртуальных людей, подробно описанной фантастами и режиссерами.

Сейчас в Интернете повсеместно можно встретить признаки зарождения подобных проектов, призывы объединиться всем научным потенциалом способного думать человечества в целях очеловечивания Интернета, преобразования его в разумную систему или среду обитания разумных систем. Раз существуют подобные предпосылки, значит не что не оставит полет человеческой мысли на пути достижения поставленной цели.

**Глава II**

# Квантовые компьютеры и нейрокомпьютеры.

Человек уже близко подошел к созданию высокотехнологичных машин, способных мыслить, подобно ему самому. Были изложены принципы работы этих машин. Сегодня полным ходом идут исследования в этой области.

Прежде чем подойти к третьей главе я посчитал целесообразным рассказать о том: что же собой представляют квантовые и нейрокомпьютеры.

# 2.1. Квантовый компьютер

Ресурс компьютеров, создаваемых сегодня на основе транзисторов, диодов, конденсаторов и прочих элементов, на самом деле ограничен. Это связано с тем, что минимальная ячейка электронной микросхемы не может быть меньше размера атома.

Для решения любой задачи требуется выполнение определенного количества операций. Существующие сейчас суперкомпьютеры способны проделывать где-то десять в двенадцатой степени операций в секунду. Однако есть огромное количество самых разных задач, для решения которых требуется десять в тысячной степени операций. Даже самые мощные суперкомпьютеры будут «молотить» такой результат в течение многих миллиардов лет.

В восьмидесятых годах прошлого века известный американский физик, лауреат Нобелевской премии Ричард Фейнман обнаружил, что обычный компьютер в принципе не сможет рассчитать даже один атом, хотя его структура достаточно простая: ядро, состоящее из нескольких частиц, и электроны. А про систему из многих атомов и говорить нечего. Фейнмана осенила идея: если подобные задачи не под силу электронным машинам, то, может, для этих целей стоит создать компьютер, работающий по квантовым законам?

«Спусковым крючком» для международного ажиотажа вокруг этой идеи стала программа для гипотетического, невообразимо мощного компьютера, которую написал один американский математик. Это дало пищу для бурной фантазии физиков, которые тут же принялись создавать в своих рассуждениях фантастическую вычислительную технику. Появилась масса всевозможной литературы, посвященной тому, как будет работать новый тип машин, получивших название «квантовые компьютеры».

Заинтересовались новой темой и наши соотечественники. В начале девяностых прошлого века в Физико-технологическом институте Академии наук (ФТИАН) вплотную занялся перспективным направлением академик Камиль Валиев. До этого он много лет трудился в области транзисторной микроэлектроники в Зеленограде - в созданных им Институте молекулярной электроники и заводе «Микрон». Еще в те годы его не раз посещала мысль, что мир самых маленьких частиц можно использовать для создания принципиально новой техники.

Несколько лет ушло на то, чтобы разобраться с новой темой. И только затем появились первые результаты, поначалу теоретические - в виде идей, изложенных в статьях, книгах. Стали проводиться и экспериментальные работы. Академик начал «заманивать» на работу по новой теме разные лаборатории, и не только родного ФТИАНа, но и других институтов Москвы, Ярославля, Черноголовки...

Сейчас нашими учеными развиваются идеи разных вариантов новых вычислительных машин.

Квантовый компьютер отличается от обычного тем, что способен выполнить практически любое число операций и буквально за секунду решить задачу, с которой самая мощная из существующих на сегодня электронных машин «мучилась» бы вечность».

В случае классических компьютеров ситуация простая: транзистор либо включен, что соответствует «логической единице», либо выключен - «логический нуль». А в квантовом компьютере дело обстоит иначе. Квантовый аналог транзистора может находиться одновременно и во включенном, и в выключенном состоянии. Чтобы лучше понять это, рассмотрим электрон. Эта частица, являясь неделимой, в одно и то же мгновение может проходить сразу через два отверстия? Наглядная аналогия из нашего, большого мира: брошенный нами мяч никогда не попадет сразу в два окна ближайшего дома, а только в одно. А вот электрон в этом смысле уникален, он находится и здесь, и там, и где угодно в одно и то же время. Это свойство самых маленьких частиц и создает для квантовых компьютеров невообразимые вычислительные возможности. А что является рабочей частью квантового компьютера? Вариантов много, они исчисляются десятками. Один из них - «ионы в ловушках». В этом случае роль кубита играет отдельный ион, обычно рубидия или кальция. Частицы должны находиться в вакууме в «подвешенном» состоянии в виде одномерного кристалла. Это можно сделать с помощью переменных электрических полей. Кстати, во ФТИАНе сейчас занимаются экспериментальной подготовкой для создания подобных ловушек.

Работа непростая. Сложность заключается в том, что для квантового компьютера нужна хотя бы сотня ионов, а в цепочке можно «удержать» максимум 30 частиц. При большем количестве кристалл ломается. Для решения этой проблемы некоторыми учеными была предложена идея соединения ловушек, в каждой из которых по десять ионов. Для того чтобы такая конструкция работала как единое целое, необходимо постоянно перемещать ионы из одной ловушки в другую. Кроме того, лазерным лучом нужно «гонять» ионы с одного энергетического уровня на другой. Это, собственно, и есть процесс квантовых вычислений. Много и других проблем, которые сейчас решают ученые всего мира. Можно использовать также ионы, «висящие» над жидким гелием. Были даже попытки создать квантовый компьютер на специально синтезированной молекуле.

К сожалению сегодня не одно правительство не проявило пока большого интереса к квантовым компьютерам. Все экспериментальные работы ведутся в научных лабораториях маленькими группами ученых. Деньги для этой цели используются из университетских бюджетов, грантов. Но такого финансирования, как, скажем, при реализации атомного проекта или освоении космоса, пока нет. Хотя, стоит сказать, в период своего правления американский президент Билл Клинтон выделил миллиард долларов на развитие нанотехнологий, в том числе и квантовых компьютеров.

Квантовые компьютеры создают буквально на штучных ионах или даже одной молекуле - сотня ионов -вот и весь компьютер. Правда, частицы помещены в специальную оболочку с маленькими электродиками размером меньше сантиметра и сечением в доли микрона. В плане энергопоглощения устройство будет очень экономичное».

Можно ли говорить о замене в будущем электронных компьютеров на квантовые? Большинство учёных считают, что будут и те, и другие. Возможно, в обычном компьютере появится специальный квантовый процессор. Если нужно решить сверхзадачу, то будет использоваться этот процессор, а для остальных случаев достаточно обычного. То есть квантовые компьютеры станут «сверхмощным дополнением» к вычислительным машинам. И благодаря этому «дополнению» наука будет иметь мощнейшее орудие для своего дальнейшего развития, человечество получит колоссальные возможности. Станут реальными вещи, которые раньше казались фантастикой.

# 2.2 Нейрокомпьютер

Наряду с развитием персональных ЭВМ, сетей ЭВМ и высокопроизводительных суперЭВМ традиционной архитектуры в последние годы существенно повысился интерес к разработке и созданию компьютеров нетрадиционного типа и, прежде всего, нейрокомпьютеров. Связано это с тем, что, несмотря на высокую производительность современных суперЭВМ, приближающуюся к предельно допустимой, все еще остается много практически важных проблем, для решения которых нужны более мощные и более гибкие вычислительные средства. Они необходимы для глобального моделирования процессов в экосистемах, при решении задач нейрофизиологии, искусственного интеллекта, метеорологии, сейсмологии и т. п. Необходимы они и при создании систем управления адаптивных интеллектуальных роботов.

Нейрокомпьютер - это ЭВМ нового поколения, в которой аналогом программирования является перестройка структуры в ходе обучения. Эффективность его работы достигается специфической архитектурой, где элементы работают параллельно. Создание нейрокомпьютера базируется на основе изучения организации нейронных структур мозга.

Нейроинтеллект - это модель реальной сети нейронов, представляющая собой иерархически организованное параллельное соединение простых адаптивных элементов, взаимодействующих с объектами внешнего мира аналогично тому, как это имеет место в биологических объектах. Основные особенности нейрокомпьютеров заключаются в их способности к самоорганизации и обучению на примерах (самопрограммирование и самоорганизация). Наиболее перспективной областью применения является робототехника - создание роботов с элементами искусственного интеллекта. Для создания нейрокомпьютера необходимо решить вопрос об отдельных элементах, топологии связей между элементами и правилах изменения весов связей между элементами.

В качестве отдельных элементов нейрокомпьютера были представлены: предетекторы, детекторы новизны и тождества, модуляторы, мнемонические элементы, семантические элементы и командные нейроподобные элементы.

Основные принципы топологии связей между элементами определяются принципом кодирования, основаннoм на том, что отдельным значениям параметра кодируемого сигнала ставятся в соответствие определенные меченые линии. Правило изменения весов связей определяется принципом Хебба, гласящим, что синоптические контакты, задействованным непосредственно перед разрывом нейрона, повышают свою эффективность. Синапсы, задействованные, но не сопровождаемые разрядом нейрона ее снижают.

Бортовые ЭВМ таких роботов должны воспринимать большие объемы информации, поступающей от многих параллельно функционирующих датчиков, эффективно обрабатывать эту информацию и формировать управляющие воздействия на исполнительные системы в реальном масштабе времени. Более того, управляющие компьютеры интеллектуальных роботов должны оперативно решать задачи распознавания образов, самообучения, самооптимизации, самопрограммирования, т. е. те задачи, которые весьма сложны для традиционных ЭВМ и суперЭВМ. Поэтому остается актуальной необходимость в поиске новых подходов к построению высокопроизводительных ЭВМ нетрадиционной архитектуры. Среди таких подходов центральное место занимает нейрокомпьютерный подход.

Его суть состоит в разработке принципов построения новых мозгоподобных архитектур сверхпроизводительных вычислительных систем – нейрокомпьютеров. Подобно мозгу, такие системы должны обладать глобальным параллелизмом, самообучением, самооптимизацией, самопрограммированием и другими свойствами биологических систем. Ожидается, что нейрокомпьютеры в принципе смогут решить многие из тех проблем, которые сдерживают дальнейшее развитие научнотехнического прогресса.

По современным представлениям нейрокомпьютер (НК) – это система, предназначенная для организации нейровычислений путем воспроизведения информационных процессов, протекающих в нейронных сетях мозга. Структурной единицей НК служит специфический процессор – нейропроцессор (НП), имитирующий информационное функционирование отдельных нервных клеток – нейронов. Нейропроцессоры связываются друг с другом в нейроподобные структуры, имитирующие нейронные сети мозга. По этой причине, чем точнее НП воспроизводит информационную деятельность нервных клеток, и чем ближе конфигурации искусственных нейронных сетей к конфигурациям сетей естественных, тем больше шансов воспроизвести в НК самообучение, самопрограммирование и другие свойства живых систем.

С точки зрения вычислительной техники, каждый нейропроцессор представляет собой специализированное процессорное устройство, реализуемое программным, аппаратным или программно-аппаратным способом. В то же время это устройство имеет ряд особенностей. Во-первых, НП воспроизводит не произвольно выбранный набор операций, а только те операции, которые биологически обусловлены и необходимы для описания процессов переработки информации в нервных клетках. Во-вторых, при аппаратной реализации нейропроцессоров они, подобно нейронам мозга, связываются друг с другом индивидуальными линиями передач последовательных кодов. При большом числе процессорных элементов такая связь более эффективна, чем связь нейропроцессоров по общей шине или посредством индивидуальных параллельных шин.

Эти и другие особенности НП позволяют выделить их в самостоятельный класс процессорных устройств вычислительной техники.

**Глава III Основы теории нейроподобных сетей.**

#

# 3.1. Некоторые сведения о мозге

Что позволяет человеку анализировать поступающую информацию? В терминологии нейрогенетики введено ключевое понятие – нейросеть. Именно совокупность нейросетей образует отделы нервной системы человека, которые в свою очередь определяют всю деятельность, придают существу разум, интеллект.

Мозг является, пожалуй, самой сложной из известных нам систем переработки информации. Достаточно сказать, что в нем содержится около 100 миллиардов нейронов, каждый из которых имеет в среднем 10 000 связей. При этом мозг чрезвычайно надежен: ежедневно погибает большое количество нейронов, а мозг продолжает функционировать. Обработка огромных объемов информации осуществляется мозгом очень быстро, за доли секунды, несмотря на то, что нейрон является медленнодействующим элементом со временем реакции не менее нескольких миллисекунд.

Пока не слишком понятно, как мозгу удается получить столь впечатляющее сочетание надежности и быстродействия. Довольно хорошо изучена структура и функции отдельных нейронов, имеются данные об организации внутренних и внешних связей между нейронами некоторых структурных образований мозга, совсем мало известно об участии различных структур в процессах переработки информации.

Ниже приводятся некоторые сведения об устройстве и работе нервной системы, которые используются при построении моделей нейронных сетей.

#

# 3.2. Нейрон как элементарное звено.

Нервные клетки, или нейроны, представляют собой особый вид клеток в живых организмах, обладающих электрической активностью, основное назначение которых заключается в оперативном управлении организмом. Схематическое изображение нейрона приведено на рисунке 1.

**Рисунок 1. Схема строения нейрона**

Нейрон имеет тело (сому) – 1, дерево входов (дендриты) – 4 и выходов (аксон и его окончания) – 2. Сома, как правило, имеет поперечный размер в несколько десятков микрон. Длина дендритов может достигать 1 мм, дендриты сильно ветвятся, пронизывая сравнительно большое пространство в окрестности нейрона. Длина аксона может достигать сотен миллиметров. Начальный сегмент аксона – 3, прилегающий к телу клетки, утолщен. Иногда этот сегмент называют аксонным холмиком. По мере удаления от клетки он постепенно сужается и на расстоянии нескольких десятков микрон на нем появляется миэлиновая оболочка, имеющая высокое электрическое сопротивление. На соме и на дендритах располагаются окончания (коллатерали) аксонов, идущих от других нервных клеток. Каждое такое окончание имеет вид утолщения, называемого синаптической бляшкой, или синапсом. Поперечные размеры синапса, как правило, не превышают нескольких микрон, чаще всего эти размеры составляют около 1 мкм.

Входные сигналы дендритного дерева (постсинаптические потенциалы[[2]](#footnote-2)) взвешиваются и суммируются на пути к аксонному холмику, где генерируется выходной импульс (спайк) или группа импульсов. Его наличие (или интенсивность), следовательно, является функцией взвешенной суммы входных сигналов. Выходной сигнал проходит по ветвям аксона и достигает синапсов, которые соединяют аксоны с дендритными деревьями других нейронов. Через синапсы сигнал трансформируется в новый входной сигнал для смежных нейронов. Этот входной сигнал может быть положительным и отрицательным (возбуждающим или тормозящим) в зависимости от вида синапсов. Величина входного сигнала, генерируемого синапсом, может быть различной даже при одинаковой величине сигнала, приходящего в синапс. Эти различия определяются эффективностью или весом синапса. Синаптический вес может изменяться в процессе функционирования синапса. Многие ученые считают такое изменение нейрофизиологическим коррелятом (следом) памяти. При этом роль механизмов молекулярной памяти заключается в долговременном закреплении этих следов.

Нейроны можно разбить на три большие группы: рецепторные, промежуточные и эффекторные. Рецепторные нейроны обеспечивают ввод в мозг сенсорной информации. Они трансформируют сигналы, поступающие на органы чувств (оптические сигналы в сетчатке глаза, акустические в ушной улитке или обонятельные в хеморецепторах носа), в электрическую импульсацию своих аксонов. Эффекторные нейроны передают приходящие на них сигналы исполнительным органам. На конце их аксонов имеются специальные синаптические соединения с исполнительными органами, например мышцами, где возбуждение нейронов трансформируется в сокращения мышц. Промежуточные нейроны осуществляют обработку информации, получаемой от рецепторов, и формируют управляющие сигналы для эффекторов. Они образуют центральную нервную систему.

**3.3. Нейроподобный элемент.**

На нейроподобный элемент поступает набор входных сигналов x1...хn (или входной вектор ), представляющий собой выходные сигналы других нейроподобных элементов. Этот входной вектор соответствует сигналам, поступающим в синапсы[[3]](#footnote-3) биологиче­ских нейронов. Каждый входной сигнал умножается на соответ­ствующий вес связи w1…wn – аналог эффективности синапса. Вес связи является скалярной величиной, положительной для возбуждающих и отрицательной для тормозящих связей. Взвешенные весами связей входные сиг­налы поступают на блок суммации, соот­ветствующий телу клетки, где осущест­вляется их алгебраическая суммация и определяется уровень возбуждения нейроподобного элемента S:



Выходной сигнал нейрона у определяется путем пропускания уров­ня возбуждения S через нелинейную функцию f:

,

где и — некоторое постоянное смещение (аналог порога нейрона). Обычно используются простейшие нелинейные функции: **бинарная**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**сигмоидная:**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

В такой модели нейрона пренебрегают многими известными харак­теристиками биологического прототипа, которые некоторые исследо­ватели считают критическими. Например, в ней не учитывают нелиней­ность пространственно-временной суммации, которая особенно про­является для сигналов, приходящих по возбуждающим и тормозя­щим синапсам, различного рода временные задержки, эффекты син­хронизации и частотной модуляции, рефрактерность[[4]](#footnote-4) и т. п. Несмотря на это нейроподобные сети, простроенные на основе таких простых нейроподобных элементов, демонстрируют ассоциативные свойства, напоминающие свойства биологических систем.

#

# 3.4. Нейроподобные сети (НПС)

Что такое искусственные нейронные сети? Что они могут делать? Как они работают? Как их можно использовать? Эти и множество подобных вопросов задают специалисты из разных областей.

Что же такое нейроподобная сеть? Это искусственный аналог биологической сети, по своим параметрам максимально приближающийся к оригиналу. Нейроподобные сети прошли длинный путь становления и развития, от полного отрицания возможности их применения до воплощения во многие сферы деятельности человека.

Современные цифровые вычислительные машины способны с высоким быстродействием и точностью решать формализованные задачи с вполне определенными данными по заранее известным алгоритмам. Однако в тех случаях, когда задача не поддается формализации, а входные данные неполны, зашумлены или противоречивы, применение традиционных компьютеров становится неэффективным. Альтернативой им становятся специализированные компьютеры, реализующие нетрадиционные нейросетевые технологии. Сильной стороной этих комплексов является нестандартный характер обработки информации. Она кодируется и запоминается не в отдельных ячейках памяти, а в распределении связей между нейронами и в их силе, поэтому состояние каждого отдельного нейрона определяется состоянием многих других нейронов, связанных с ним. Следовательно, потеря одной или нескольких связей не оказывает существенного влияния на результат работы системы в целом, что обеспечивает ее высокую надежность.

Высокая «естественная» помехоустойчивость и функциональная надежность касаются как искаженных (зашумленных) потоков информации, так и в смысле отказов отдельных процессорных элементов. Этим обеспечиваются высокая оперативность и достоверность обработки информации, а простая дообучаемость и переобучаемость НПС позволяют при изменении внешних факторов своевременно осуществлять переход на новые виды решаемых задач.

Приведенные выше преимущества нейросетевой обработки данных определяют области применения НПС:

* обработка и анализ изображений;
* распознавание речи независимо от диктора, перевод;
* обработка высокоскоростных цифровых потоков;
* автоматизированная система быстрого поиска информации;
* классификация информации в реальном масштабе времени;
* планирование применения сил и средств в больших масштабах;
* решение трудоемких задач оптимизации;
* адаптивное управление и предсказание.

Основные положения теории деятельности головного мозга и математическая модель нейрона были разработаны У. Маккалоком и Ч. Питтсом в 1943 году и опубликованы в статье «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной деятельности», которая была издана на русском языке в сборнике «Автоматы» только спустя 13 лет. Согласно предложенной модели мозг представляет собой ансамбль нейронов, имеющих одинаковую структуру. Каждый нейрон реализует некоторую функцию, называемую пороговой, над входными значениями. Если значение функции превышает определенную величину – порог (что характеризует суммарную значимость полученной нейроном информации), нейрон возбуждается и формирует выходной сигнал для передачи его другим нейронам. Пройдя путь от рецепторов (слуховых, зрительных и других) через нейронные структуры мозга до исполнительных органов, входная информация преобразуется в набор управляющих воздействий, адекватных ситуации.

Отдельные нейроны, соединяясь между собой, образуют новое качество, которое, в зависимости от характера межнейронных соединений, имеет различные уровни биологического моделирования:

* группа нейронов;
* нейронная сеть;
* нервная система;

мыслительная деятельность;

* мозг.

Другими словами, нейроподобная сеть — это параллельная связная сеть простых адаптивных элементов, которая взаимодействует с объектами реального мира аналогично биологической нервной системе. С инженерной точки зрения такая сеть представляет собой сильно распараллеленную динамическую систему с топологией направленного графа, которая может выполнять переработку информации посредством изменения своего состояния в ответ на постоянный или импульсный входной сигнал.

В настоящее время основными направлениями реализации НПС являются: программная реализация на цифровых ЭВМ традиционной архитектуры; программно-аппаратная реализация в виде сопроцессоров к ЭВМ общего назначения; аппаратная реализация путем создания нейрокомпьютеров на базе нейроплатв виде параллельных нейроподобных структур.

Ранние варианты реализации НПС относятся к первым двум из указанных направлений. Первое направление характеризуется универсальностью, дешевизной и низкой скоростью обучения и функционирования НПС. Для второго направления характерна высокая скорость моделирования функционирования НПС, но при этом существуют серьезные физические ограничения числа моделируемых элементов и связей между ними, а также возможностей обучения и до обучения. По мере развития элементной базы ЭВМ стало возможным самостоятельное развитие третьего направления, которое положило начало индустрии нейрокомпьютеров, представляющих совокупность аппаратных и программных средств для реализации моделей нейронных сетей.

На сегодняшний день известно уже более 200 различных парадигм[[5]](#footnote-5) нейронных сетей (не только детерминированных, но и вероятностных), десятки НПС реализованы в специализированных кристаллах и платах, на их основе созданы мощные рабочие станции и даже суперкомпьютеры. Современные технологии достигли того рубежа, когда стало возможным изготовление технической системы из 3…4 млрд. нейронов (именно такое количество их в мозгу человека). Однако их соединение продолжает оставаться проблемой.

#

# 3.5 Обучение нейроподобной сети

Одно из важнейших свойств нейроподобной сети — способность к самоорганизации, самоадапта­ции с целью улучшения качества функционирования. Это достигается обучением сети, алгоритм которого задается набором обучающих правил. Обучающие правила определяют, каким образом изменяются связи в ответ на входное воздействие. Многие из них являются разви­тием высказанной Д. О. Хеббом идеи о том, что обучение основа­но на увеличении силы связи (синаптического веса) между одновремен­но активными нейронами. Таким образом, часто используемые в сети связи усиливаются, что объясняет феномен обучения путем повторения и привыкания. Математически это правило можно записать сле­дующим образом:

,

где wij(t) и wij(t+1) – значение веса связи от i-го к j-му нейрону соответственно до и после его изменения, б — скорость обучения, yi и yj –выходные сигналы i-го и j-го нейронов. В настоящее время существует множество разнообразных обучающих правил (алгоритмов обучения).

**Глава IV**

# Может ли компьютер мыслить?

# 4.1 Реально ли компьютерное мышление?

Наконец я подошел к заключительной главе своей работы. В предыдущих главах была изложена сущность построения систем искусственного интеллекта, было рассказано о нейро и квантовых компьютерах, а так же нейронных сетях, здесь же, анализируя полученную мною из различных литературных источников информацию, я попытаюсь окончательно ответить на вопрос: «Может ли компьютер мыслить?»

Уверенно утвердительный ответ на вопрос в заголовке темы моей работы уже давно дали многие выдающиеся ученые, в том числе:

• профессор массачусетского технологического института Норберт Винер «Вопрос. Говорят, что вычислительные машины думают. Так ли это? Ответ. Если иметь в виду нынешнее положение вещей, то вычислительные машины могут обучаться. Вычислительные машины могут учиться улучшать свою работу путем ее анализа. Что вещи такого рода получат гораздо большее развитие в будущем в этом, я думаю, не приходится сомневаться»

• директор киевского института кибернетики академик Виктор Михайлович Глушков «Необходимо, однако, подчеркнуть, что никаких априорных ограничений для автоматизации интеллектуальной деятельности не существует. Нередко в качестве доказательства наличия таких ограничений приводят знаменитую теорему Гёделя о неполноте арифметики… Данный аргумент, однако, неубедителен...» Перед современными учёными, занимающимися сегодня изучением и созданием систем искусственного интеллекта встают сегодня две следующие проблемы:

• может ли компьютер мыслить обычным образом, как все люди, т. е. понимать устную и письменную речь, переводить с одного языка на другой, узнавать людей и др. объекты, отвечать на вопросы и т. п.;

• может ли компьютер мыслить творчески, т. е. решать творческие задачи, которые пока что могут решать только очень немногие из людей.

В эпоху компьютерной эйфории прошлого века этот вопрос занимал всех. Со временем накал дискуссий ослаб: люди решили, что ЭВМ – нечто иное и чуждое и похожей на человека она не будет. Так в чём же отличие компьютерного мышления от мышления человека?

Отвечать на эти вопросы, естественно, нужно порознь. При этом нужно учитывать, что категории простого и сложного в живой природе и человеческой цивилизации зачастую определяются по-разному.

Так, в различного рода созданных человеком машинах широко используются вращающиеся детали, а в живой природе они не используются никогда. Живые летающие существа используют машущие крылья, в созданных же человеком летательных аппаратах они не используются. Живые наземные существа передвигаются на ногах, а в созданных человеком наземных транспортных средствах вместо ног используются колеса.

Еще пример. В математике для человека простейшими являются операции сложения, вычитания, умножения и деления. А дифференцирование и интегрирование полагаются гораздо более сложными математическим операциями. В аналоговой же радиоэлектронике простейшими для реализации являются математические операции дифференцирования, интегрирования, сложения и вычитания, а умножение и деление – гораздо более сложными операциями. И подобных примеров можно привести множество. Поэтому не должен вызывать слишком большого удивления тот факт, что для человека и для компьютера сравнительная сложность разных видов мышления является неодинаковой.

Так, для человека более простым является обычное мышление и гораздо более сложным творческое мышление. А для компьютера, наоборот, обычное мышление является более сложным и более простым – творческое мышление. Поэтому общепринятая в настоящее время последовательность работ, когда преобладающее внимание уделяется соответствующей обычному человеческому мышлению проблеме искусственного интеллекта, позволяющей в перспективе понять работу человеческого мозга, а исследование механизмов творческого мышления откладывается на потом, является неверной. Поскольку проблемы искусственного интеллекта являются очень сложными, они будут решены еще очень не скоро.

По этому поводу директор института имени Алана Тьюринга в Глазго доктор Дональд Мичи в 1984г. писал: «…существует множество … естественных задач; многие из них для человека настолько тривиальны, что решая их он, редко осознает, что проявляет замечательные способности, к которым на современном уровне развития вычислительной техники невозможно даже подступиться. Среди этих задач – владение естественным языком, понимание устной речи, умение разобраться в окружающей обстановке через зрительное восприятие».

Про это же в 2004 г. профессор Харьковского национального университета В. М. Куклин писал: «Природа, конечно, подсказывает нам, как создать искусственный интеллект, но люди пока не способны повторить достижения природы даже в минимальной степени. Похоже, что человек совершает только первые и неуверенные шаги к осознанию того, какими удивительными… способностями он обладает, а также каким уникальным явлением природы он сам по себе является». В то же время проблема использования персональных компьютеров для высокоэффективной помощи человеку в решении его творческих задач, т. е. проблема компьютерного интеллекта, может быть успешно решена в кратчайшие сроки. Почти все необходимые для этого программно-технические средства уже созданы.

Объясняется это тем, что процесс творческого мышления упрощенно можно разделить на два последовательных этапа:

• выявление факторов, существенно влияющих на результаты исследуемого процесса;

• определение причинно-следственной связи (например, математической зависимости) между выявленными существенными факторами.

Причем оказывается, что для человека наиболее трудным в процессе мышления является первый этап творческого мышления, поскольку количество факторов, предположительно влияющих на тот или иной результат сложного события (например, заболевания, изменений погоды, стихийных бедствий) обычно очень велико. А человек способен относительно успешно анализировать только те процессы, в которых количество взаимосвязанных причинно-следственными связями факторов очень невелико, т. е. не превышает двух – трех.

Объясняется это, по-видимому, тем, что, поскольку человек живет в трехмерном мире, то мысля зрительными образами, он сравнительно легко может вообразить функции одной и двух переменных. Но уже в более многомерном пространстве даже простейшие задачи – например, представить себе, как выглядит куб в четырехмерном пространстве – человек решать уже не может.

Второй же этап мышления у людей обычно не вызывает затруднений.

А для компьютера, оснащенного соответствующим программным обеспечением, ни первый, ни второй этап творческого мышления затруднений не вызывают. Но при одном условии. А именно, при условии, что в память компьютера будет загружено достаточно большое количество информации, которая содержит в себе ответ на поставленную задачу. Следовательно, интеллект компьютера, как впрочем, и человека, определяется степенью совершенства не только его процессора, но и памяти, а также ее содержимым.

И поэтому, чтобы персональный компьютер стал способен оказывать человеку помощь в решении творческих задач, он должен быть оснащен принципиально новой памятью, названной нами персональной памятью. Эта персональная память должна быть, образно выражаясь, более человекоподобной, т. е:

• информационный объем компьютерной памяти должен быть значительно увеличен;

• компьютерная память должна быть максимально полно загружена необходимой информацией;

• загруженная в память компьютера информация должна быть максимально достоверной, т. е. эта информация должна непрерывно и с максимально высокой скоростью обновляться;

• компьютерная память должна обеспечивать процессору минимальное время доступа ко всей хранимой в нем информации.

Теперь понятно происхождение термина. Персональная память так названа потому, что она находится непосредственно в персональном компьютере (или рядом с ним), в отличие от удаленных баз данных коллективного пользования, время доступа к которым (например, через Интернет) недопустимо велико.

Почти 40 лет назад Джозеф Вейценбаум из Массачусетского технологического института создал программу «Элиза» (название – в честь Элизы Дулиттл), по нынешним понятиям, простенькую. И эта программа успешно поддерживала диалог с человеком, причем собеседник-человек втягивался в разговор так, что некоторые испытуемые просили экспериментатора выйти из комнаты, а потом – стереть запись разговора. Человек легко откровенничал с машиной. Она «просто» умело задавала вопросы о том, про что человек уже что-то рассказал. «Мне кажется, что моя мать меня не любит. – Расскажите мне о вашей матери». «Мои друзья не обращают на меня внимания. – Давно ли вы стали замечать это?» Научить программу делать такие вещи не просто, но факт налицо. Расположенный к диалогу (а не к конфронтации) человек втягивался. Это означает, что проблема не безнадежна, хотя «Элиза» не столько говорила сама, сколько «принимала мячик».

Важное отличие программы от человека всегда состояло в том, что у человека есть внешний мир, а у программы – нет.

Программа не смогла бы поддержать разговор на тему, требующую специальных знаний. Да и простой человеческий быт представлял для нее загадку. О телевидении высокой четкости (ТВЧ) с ней поговорить бы не удалось, и посоветоваться насчет выбора обоев для кухни – тоже. (Впрочем, как и со многими людьми.) Но сегодня подобную программу можно подключить к любым базам данных. Равно как и – хотя это и непросто – научить строить на основе этих данных гипотезы.

В качестве свойств, которые есть у человека, но которых нет и не может быть у программы, называют способность к творчеству, к созданию нового, стремление к знанию. Это еще один сильный, но неверный тезис. Ничего абсолютно нового в мире нет и быть не может, хотя бы потому, что «новое» всегда изложено языком, красками и т.д., а язык и краски уже существовали до того. Поэтому речь может идти только о степени новизны, о том, на чем это «новое» базируется, какой опыт использует и как выглядит само. Сопоставляя использованное и полученное, мы и делаем вывод о степени новизны. При этом человек склонен преувеличивать степень новизны, если он не понимает, как именно это сделано.

Вот пример. Существует такая теория решения изобретательских задач («ТРИЗ»), облегчающая создание изобретений. Она действительно эффективна, и с ее помощью сделано множество изобретений. Но ошеломляющее ощущение новизны, которое регулярно возникает при чтении «Бюллетеня изобретений и открытий», после знакомства с ТРИЗом существенно ослабевает. Жалко, но дело важнее.

Возможны и специфические ситуации генерации нового, например, в персептороне. А именно, в сети Хопфилда при определенных условиях происходит релаксация к «ложному образу» – собирательному образу, возможно, наследующему черты идеальных. Причем человек не может, глядя на «машинный собирательный образ», эти черты выделить – образ выглядит случайным. Возможно, что при реализации этой ситуации в собственном мозге человек смущенно улыбается и говорит «кажется, я где-то это видел...»

Программа может строить гипотезы по поводу изучаемых ею явлений (в Сети или внешнем мире) и проверять их. Разумеется, она строит гипотезы не какие попало, а в некоем классе (например, аппроксимирует функцию многочленами или синусоидами), но список классов можно легко расширить так, что он превзойдет «человеческий». Треть века назад Михаил Бонгард показал, что человек, как правило, не строит гипотез с более чем тремя логическими операторами (если А и Б, но не В или Г), а программа уже тогда (и не сильно напрягаясь) строила выражения с семью. Если программа обнаружит – а она это обнаружит, – что информация увеличивает эффективность ее действий, то возникнет «стремление к знаниям».

Другое возражение – отсутствие у программы самосознания, автодескрипции, рефлексии. Это возражение, казалось бы, несерьезное – программа может запоминать свои действия и анализировать лог-файл.

Причем по мере развития компьютинга многие возражения и соображения отпали сами собой. Оказалось, что программы могут обучаться и самообучаться (в любом оговоренном заранее смысле), решать многие задачи эффективнее, чем человек, искать и обрабатывать информацию, вести эксперимент, извлекать новое научное знание из архивов... Очевидно, что одинаковые программы в процессе этой деятельности станут разными, приобретут индивидуальность.

Но, как ни привлекателен мыслящий компьютер, создавать его нужно с обязательным соблюдением соответствующей техники безопасности, т. е. творческие задачи персональный компьютер должен получить возможность решать только совместно с человеком. И никогда самостоятельно. Это - принципиально важно, так как самостоятельно мыслящий компьютер может представлять для людей очень большую опасность, особенно творчески мыслящий компьютер. Вот мнение на этот счет:

• профессора Норберта Винера «Вопрос. Д-р Винер, существует ли опасность, что вычислительные машины когда-нибудь возьмут верх над людьми? Ответ. Такая опасность, несомненно, существует» ;

• доктора Дональда Мичи «Перспектива иметь машины столь талантливые и могущественные, какими мы их себе представляем, может показаться неприятной, даже пугающей…. Однако подобные философские соображения, сколь бы важными они ни представлялись, не должны помешать нам искать пути применения новой техники. Если это удастся, то будущее наше будет лучше, чем можно себе вообразить. Если же нет, то у нас вообще может не быть будущего».

Это настолько важная проблема, что мыслящим компьютерам не способным нанести вред человеку вследствие строгого соблюдения людьми компьютерной техники безопасности, имеет смысл дать специальное название. Например, назвать их интеллектуальными компьютерами.

**Заключение**

Так может ли компьютер мыслить? Лично я придерживаюсь ответа: нет, существующие сегодня ЭВМ имеют не достаточно возможностей для выполнения операций мышления, подобно человеку. Тот принцип, на котором основана работа сегодняшних компьютеров не способен , даже если создать сверх мощный процессор, мыслить как человек. В этом виноват сам этот логический принцип построения архитектуры электронно-вычислительных машин. Другое дело нейрокомпьютеры – они работают совсем по другому принципу и велика вероятность, что в будущем человечество всё же создаст мыслящий компьютер на основе нейротехнологий.

Но всё же машина – это машина, у неё нет сознания, она не может поставить перед собой цель, и каким бы не был прогресс в этой области – всё равно идеально мыслящей и имеющей сознание машины человеку создать не удастся. То, что будет когда-то создано человеком – должно выполнять только поставленные им задачи, и всё же эти машины не будут испытывать чувства жалости, радости и любви.

Мы смеёмся над шутками про глупое поведение компьютеров. Компьютеры посылают нам чеки и счета на 0 долларов, они зацикливаются, повторяя одно и то же миллионы раз. Это – полное отсутствие у них здравого смысла - еще одна причина невозможности признать за машиной возможность мыслить.

На мой взгляд, мышление машины заключается в способности исследовать в ходе работы свои собственные части. В принципе, это возможно. Уже сейчас имеются программы искусственного интеллекта, которые понимают, как работают более простые программы. Проблема в том, что мы знаем, как программы будут понимать – что такое плохо работать. Как только мы научимся различению хорошо или плохо работать, то машины смогут понимать, изменять, и улучшать себя.

Сегодня технология микропроцессоров уже приближается к фундаментальным ограничениям. Закон-прогноз Гордона Мура гласит, что плотность транзисторов в микросхеме удваивается каждые полтора года. Следуя этому закону, к 2010-2020 годам размеры транзистора должны уменьшиться до четырех-пяти атомов. В связи с этим возникает вопрос: «Что делать дальше?». В мире же ведутся разработки альтернативных решений. Сегодня к технологиям, способным экспоненциально увеличивать обрабатывающую мощность компьютеров, относятся молекулярные или атомные технологии, ДНК и другие биологические материалы, трехмерные технологии, технологии, основанные на фотонах вместо электронов, и, наконец, квантовые технологии, в которых используются элементарные частицы. Прогресс развития в телекоммуникациях и других областях науки и техники в XXI веке привел к тому, что вычислительная техника сольется не только со средствами связи и машиностроением, но и с биологическими процессами, что откроет такие возможности, как создание искусственных имплантантов, интеллектуальных тканей, разумных машин, «живых» компьютеров и человеко-машинных гибридов.

**Список литературы**

1. Большая российская энциклопедия М:. Наука, 2006
2. Брушлинский А.В. Возможен ли искусственный интеллект?
3. Н. Винер Н. Кибернетика – М.: Наука, электронная версия, 1998.
4. Венда В. Ф. Системы гибридного интеллекта – М.: Машиностроение, 1990
5. Волгин Л. И. Комплементарная алгебра нейросетей – Таллин: АО «KLTK», 1993.
6. Ноткин Л.И. Искусственный интеллект и проблемы обучения.
7. Пятибратов А.П. и др. Вычислительные системы сети и телекоммуникации учебник, под ред. Пятибратова А.П. – М.: Финансы и статистика 2004.
8. Соколов Е. Н., Вайткявичус Г.Г. Нейроинтеллект: от нейрона к нейрокомпьютеру – М.: Наука, 1989.
9. Федюкович Н. И. Анатомия и физиология: Учеб. Пособие. – Мн.: ООО «Полифакт-Альфа», 1999.
10. Цыганков В. Д. Нейрокомпьютер и его применение – М.: СолСистем, 1993.
11. Чернухин Ю. В. Нейропроцессоры – Таганрог, 1994
12. Шахнов В.А. Нейрокомпьютеры – архитектура и реализация, Государственный Технологический Университет, им. Баумана Москва, 2006
13. Эндрю А. Искусственный интеллект – М.: Мир, 1985.

**Издания периодической печати**

1. Труды третьего международного симпозиума «Интеллектуальные системы» – Псков: 1998.
2. Журнал “Подмосковье” 29.04.2007 М.: Альфа пресс 2007.
1. Интеллектом называется способность мозга решать (интеллектуальные) задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

Большая Российская Энциклопедия М ,Наука - 2005 [↑](#footnote-ref-1)
2. СИНАПТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ, биоэлектрические потенциалы, возникающие в местах специализированных межклеточных контактов — синапсах — во время передачи возбуждения от одной клетки (пресинаптической) к другой (постсинаптической). [↑](#footnote-ref-2)
3. СИНАПС (греч. synapsis — соединение, связь), зона контакта между нейронами и другими образованиями (нервными, мышечными или железистыми клетками), служащая для передачи информации от клетки, генерирующей нервный импульс к другим клеткам. [↑](#footnote-ref-3)
4. РЕФРАКТЕРНОСТЬ (от франц. refractaire — невосприимчивый), в физиологии — отсутствие или снижение возбудимости нерва или мышцы после предшествующего возбуждения. Рефрактерность лежит в основе торможения. Рефрактерный период длится от нескольких десятитысячных (во многих нервных волокнах) до нескольких десятых (в мышечных волокнах) долей секунды. [↑](#footnote-ref-4)
5. ПАРАДИГМА (от греч. paradeigma — пример, образец), в философии, социологии — исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного исторического периода в научном сообществе. Смена парадигм представляет собой научную революцию. [↑](#footnote-ref-5)