

# Jeff Hawkins “On Intelligence”

## Часть II

### Универсальная Схема Эволюции, USESoft и Искусственный Интеллект

А.Захаров

*Мозг использует основанную на памяти модель для непрерывных предсказаний будущих событий. Именно способность делать предсказания будущего – вот что является сутью интеллекта. Это - основная идея книги.*

*On Intelligence by Jeff Hawkins and Sandra Blakeslee (07)*

#### Аннотация

Изучение книги Д.Хокинса *On Intelligence*<sup>1</sup> помогло увидеть аналогию между прогнозирующим механизмом коры головного мозга и программой USESoft, компьютерной реализацией Универсальной Схемы Эволюции. Найденная аналогия показывает возможное направление разработки системы Искусственного Интеллекта.

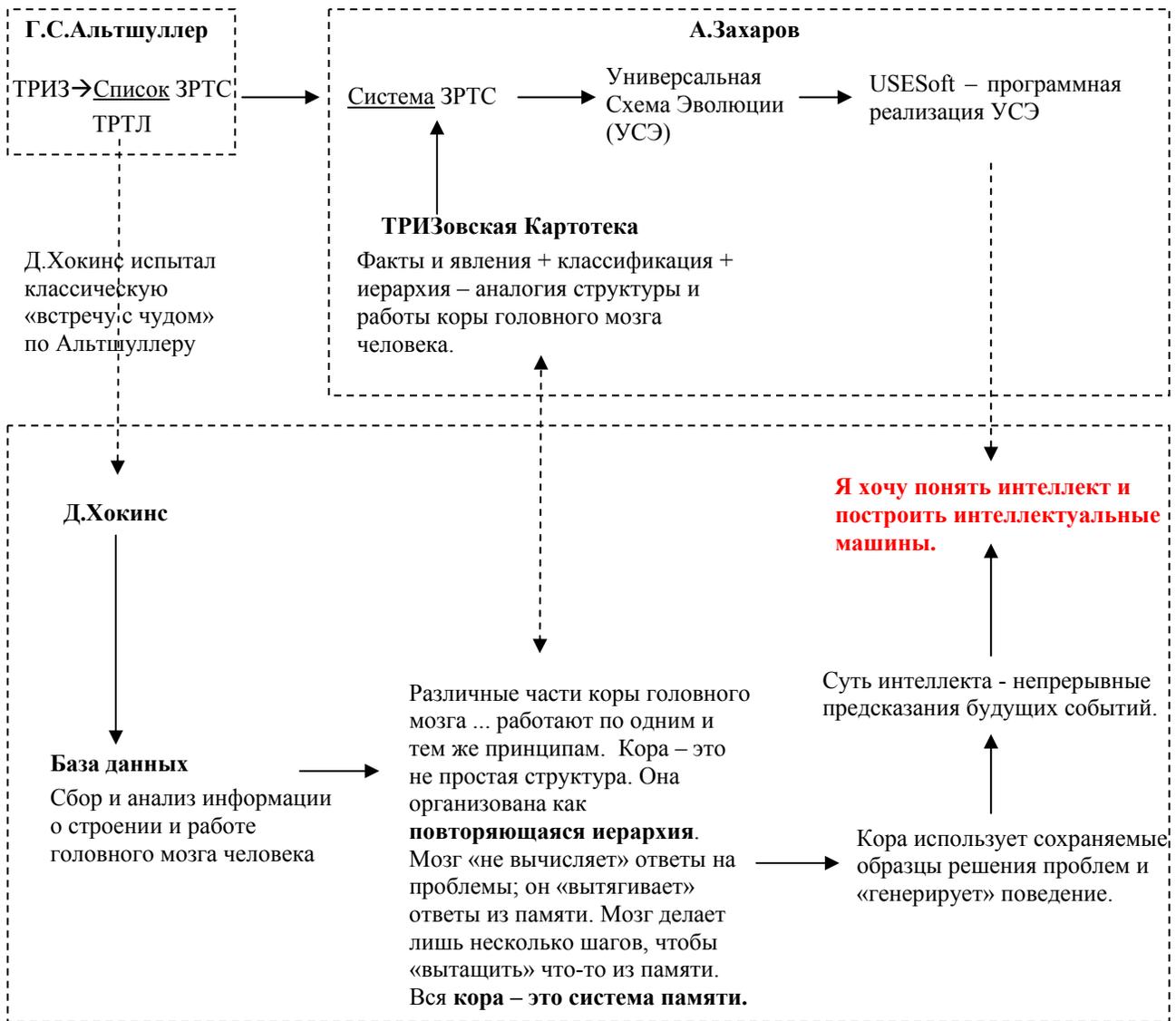
#### Содержание

1. Структура взаимосвязей между подходами Г.С.Альтшуллера, А.Захарова и Д.Хокинса
2. Кора использует один и тот же вычислительный инструмент для выполнения всего, что она делает
3. Описание процесса сравнения инвариантного представления и текущего сигнала с помощью УСЭ
4. Суть интеллекта по Хокинсу
5. Механизм предсказывающей памяти
6. Единство УСЭ и ИИ
7. Заключение к обзору книги Д.Хокинса
8. Традиционный ТРИЗ-анализ представленных идей и результатов

---

<sup>1</sup> *On Intelligence* by Jeff Hawkins, Sandra Blakeslee. 272 pages. Publisher: Times Books (October 3, 2004). Language: English. ISBN: 0805074562. [http://en.wikipedia.org/wiki/On\\_Intelligence](http://en.wikipedia.org/wiki/On_Intelligence)  
Везде по тексту в скобках отсылки на страницы этой книги.

# 1. Структура взаимосвязей между подходами Г.С.Альтшуллера, А.Захарова и Д.Хокинса

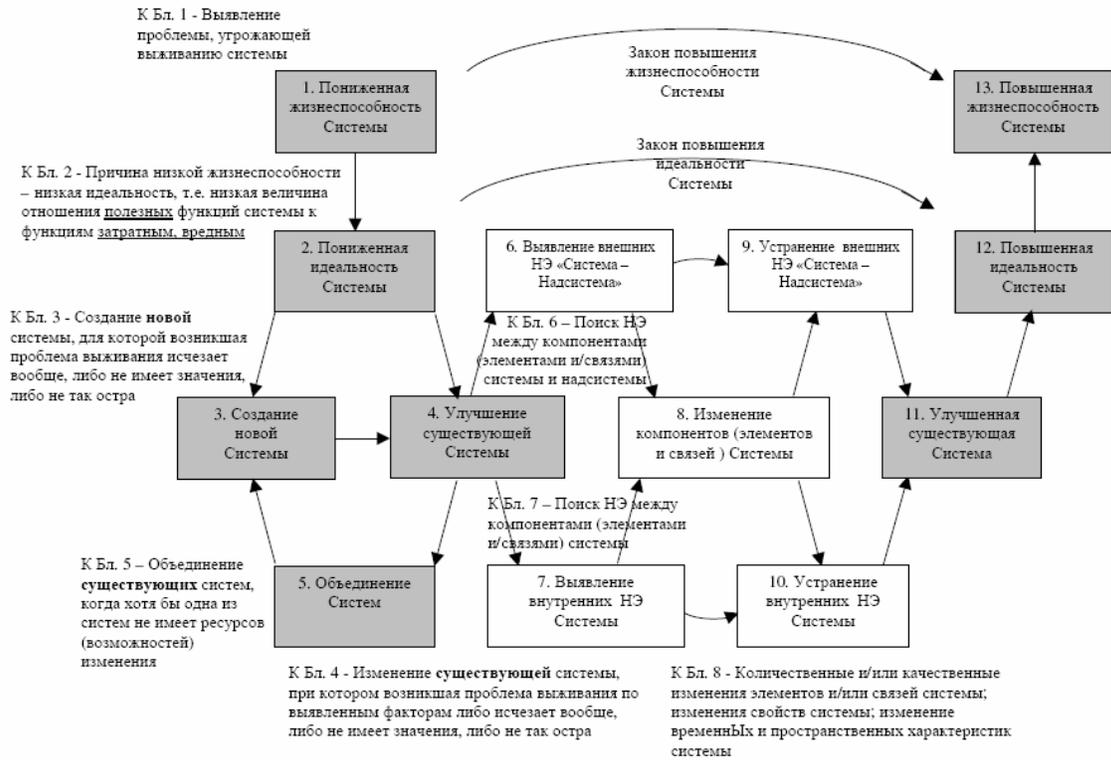


О начале работы Д.Хокинса над теорией строения и функционирования коры головного мозга, а также об аналогии коры и ТРИЗовской картотеки – см. А.Захаров. Jeff Hawkins “On Intelligence” Часть I. Кора головного мозга и ТРИЗовская картотека - неожиданные аналогии.<sup>2</sup> Эта статья была завершена предположением, что проблема создания Искусственного Интеллекта (ИИ) будет решена с помощью подхода в виде Универсальной Схемы Эволюции или очень близкого.

В предлагаемой ниже статье это предположение рассмотрено подробно.

<sup>2</sup> <http://www.metodolog.ru/00685/00685.html>

## Универсальная Схема Эволюции



Universal Scheme of Evolution

Title Page / Situation Description

To S-Curve Analysis

Report

Show the TRIZ Trends

Identification of problem that decreases System viability. It expresses our uncertainty that System will survive in a future.

Decreased Viability of System

Revealing of decreased value of System, i.e. the low ratio of System's useful to harmful functions.

Decreased Value of System

Revealing of decreased value of System, i.e. the low ratio of System's useful to harmful functions.

Revealing of System External Harmful Effects by means of analyses of components, links, functions, flows, evolution, etc.

Revealing of System External Harmful Effects

Elimination of System External Harmful Effects

Increased Viability of System

Increased Value of System

Creation of New System

Development of Existing System

System Components Changing

Developed Existing System

One of two Systems doesn't have resources. Combined Systems may be the same; or with difference in one and the same characteristic; or different Systems; or System and anti-System.

System has resources for development.

Combining of Systems

Revealing of System Internal Harmful Effects

Elimination of System Internal Harmful Effects

Evolution of Your System

General View

Trends of Effects use.

Trends of System properties changes.

Trends of System changes in Substance, Space, and

Copyright 2003 Alex Zakharov  
All Rights Reserved

## **2. Кора использует один и тот же вычислительный инструмент для выполнения всего, что она делает**

Невролог из Университета Дж.Хопкинса Вернон Моунткастл (Vernon Mountcastle) в 1978 г. опубликовал доклад «Принцип функционирования мозга», где отметил, что кора головного мозга удивительно однородна по внешнему виду и структуре. Поэтому Моунткастл предположил – раз области выглядят одинаково, то они и функционируют одинаково; кора использует один и тот же инструмент для выполнения всего, что она делает. (50)

Д.Хокинс воспринял этот доклад как откровение: «... эта идея объединила единым алгоритмом все разнообразные возможности человеческого мозга. Лучшие идеи в науке всегда просты, изящны и неожиданны, и эта - одна из лучших!» (52)

На ее основе Хокинс сделал вывод, что «...мозг не вычисляет ответы на проблемы; он как бы «вытаскивает» ответы из памяти, где они давным-давно хранились. Кора в целом – это система памяти, а совсем не компьютер». (68)

Процесс функционирования коры Хокинс дает на простом и наглядном примере «Как человек ловит мяч, используя память». Но, как оказалось, не только наглядностью и простотой интересен этот пример: с процессом функционирования коры по Хокинсу до деталей совпадает словесное описание и графическое представление процесса с помощью Универсальной Схемы Эволюции.

Вот так в описании Д.Хокинса выглядит процесс, когда человек ловит мяч, используя (и даже не осознавая это), память. Мозг хранит память о командах, которые требуются мышцам, чтобы поймать мяч. Когда мяч брошен, происходят три вещи:

- Первая – видом мяча автоматически вызывается соответствующая память.
- Вторая – память вызывает временную последовательность команд для мускулов.
- Третья - вызванная память подстраивается из состояния, в котором она вызвана, к особенностям данного момента – к реальной траектории мяча и положению тела.

Или более детально - когда мяч брошен, сразу начинают идти несколько процессов (номера в списке соответствуют номерам процессов на рисунке):

1. Глаз видит брошенный мяч.
2. Сигнал, порождаемый видом мяча, отправляется в зрительную<sup>3</sup> область коры мозга.
3. Активизация зрительной области коры вызывает память о подобном событии в прошлом.
4. Память вызывает временную последовательность команд для мускулов руки и ладони.
5. Последовательность команд для мускулов воздействует на мускулы руки и ладони
6. Рука перемещается в точку встречи с мячом.
7. Глаз видит перемещаемую руку и летящий мяч.
8. Сигналы, порождаемые видом перемещаемой руки и летящего мяча, отправляются в зрительную область коры мозга.
9. Вызванная память подстраивается из состояний, в которых они вызваны (3 и 4), к реальной траектории мяча (9) и положению руки (6).

---

<sup>3</sup> На рисунке расположение областей (зрительной, памяти, двигательной) коры мозга дано условно.

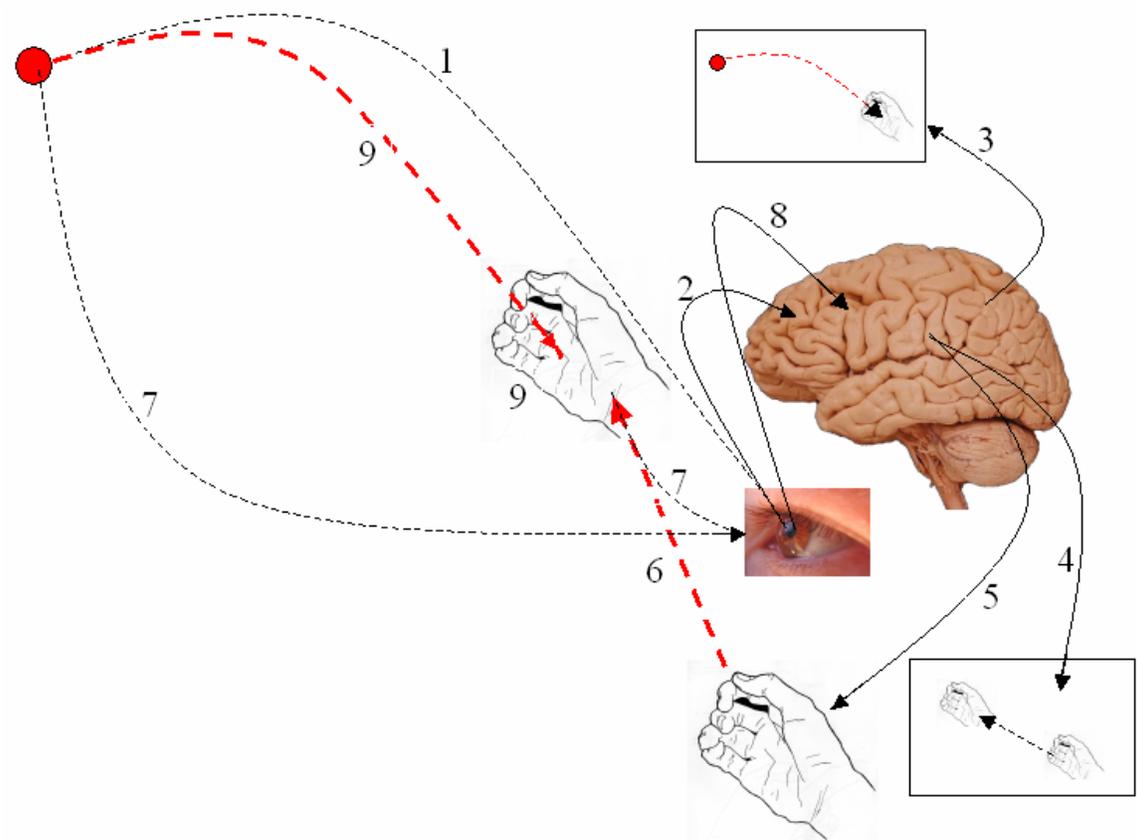


Рис. Ловля рукой брошенного мяча

Данный алгоритм, как оказалось, был описан задолго до Д.Хокинса, а также подтверждается другими современными исследователями:

- И. М. Сеченов еще в XIX веке предположил, что управление движениями человека сводится к **непрерывной коррекции перемещения звена** (например, руки), осуществляемой центральной нервной системой на основании сигналов от органов зрения, слуха или осязания.

Создатель современной биомеханики, Н.А Бернштейн,<sup>4</sup> в своих рассуждениях развивал одну из догадок И. М. Сеченова, что мозг не пассивно воспринимает информацию из окружающего мира, а отвечает на нее действием. **Мозг непрерывно создает прогностическую модель будущего.**

Нервная система, подав команду на начало какого-нибудь движения, никогда не оставляет его без контроля и в случае необходимости немедленно его корректирует. Еще в 1928(!) году такое явление Н.А Бернштейн назвал «сенсорной коррекцией».

<sup>4</sup> В.Левин. Человек, разгадавший тайну живого движения. «НиЖ», 10/2005, с. 50  
<http://www.nkj.ru/archive/articles/2099>

- Когда мозг дает команду пошевелить рукой, он посылает два сигнала. Один направляется в области мозга, **управляющие** данной конечностью, а другой – в отдел, **наблюдающий** за выполнением действия. Мозг использует второй сигнал для того, чтобы предсказать, какие ощущения возникнут в результате движения. При несовпадении с **ожидаемым** мозг заставит нас уделить больше внимания тому, что мы делаем, или **скорректировать действия, чтобы добиться желаемого результата**.<sup>5</sup>

Память «как поймать мяч» не была запрограммирована в мозгу; она была заучена<sup>6</sup> за время повторяющейся практики, и **память хранится в нейронах**, а не вычисляется. Кора – это не компьютер. Вместо вычисления ответов на проблемы, кора использует **сохраняемые образцы решения проблем** и «генерирует» поведение. Кора создает то, что называется **инвариантным представлением**, которое автоматически обрабатывает изменения внешней среды.

Сохранение образов решений может быть выявлено во многих ситуациях. Так, во время беседы мы часто не можем расслышать все слова, если находимся в шумной обстановке. Но это, оказывается, не проблема. Наш **мозг восполняет пропущенное тем, что он ожидает услышать**.<sup>7</sup>

Или еще аналогия: сенсорно-двигательная задача водителя автомобиля - вставление ключа в замок зажигания. Положения сиденья, тела, руки и ладони каждый раз немного отличаются. Но водитель чувствует это как **одно и то же повторяющееся действие** изо дня в день, и все потому, что у водителя в мозгу имеется **инвариантное представление** всего процесса. (79)

В обобщенном виде это выглядит так: окружающий мир (кстати, тело для мозга тоже окружающий мир) ежесекундно «бросает» мозгу свои объекты (вещественные – мячи и т.д., или полевые – звуки, образы, запахи, ощущения), а он реагирует на их образы (ловит их) органами чувств, сравнивает с образами, «всплывающими» из памяти под воздействием инвариантных представлений и, в зависимости от результата сравнения, генерирует ответ в виде какого-либо поведения.

---

<sup>5</sup> К.Циммер. Алхимия самосознания Нейробиология "В Мире Науки", февраль 2006, № 2 <http://www.sciam.ru/2006/2/neurobiology.shtml> Запомним последнее замечание: первичное наблюдение, отклонение от ожидаемого, анализ причин, коррекция.

<sup>6</sup> Существует даже выражение для описания подобных процессов – «прописать на мышцы», т.е. отработать ответное поведение до автоматизма, [http://www.treko.ru/show\\_article\\_862](http://www.treko.ru/show_article_862)

<sup>7</sup> Прямая аналогия примеру с ловлей брошенного мяча! Правда, «мячами» здесь являются звуки слов: идет улавливание и постоянное сравнение того, что сказано и что мозг прогнозирует услышать, «вытаскивая» из памяти образцы (паттерны).

### 3. Описание процесса сравнения инвариантного представления и текущего сигнала на входе с помощью УСЭ

Д.Хокинс неоднократно говорит об инвариантном представлении образов, подчеркивая его важность:

- Способ, которым Вы понимаете мир - это поиск **инвариантной структуры** в постоянно изменяющемся потоке сигналов на входе. Чтобы сделать определенное предсказание, мозг должен объединить знание **инвариантной структуры** с новыми деталями. (83)
- Три свойства памяти коры - хранение последовательностей, автоассоциативный отзыв и **инвариантное представление** - необходимые компоненты предсказания будущего, основанного на воспоминаниях о прошлом. А создание предсказаний является сущностью интеллекта. (84)

Что же это за инвариантное представление (ИП), проходящее одной из главных идей через всю книгу? Для предварительного понимания составим портрет ИП, отметив его характерные черты:

- **Структурность** ИП – по временной структуре инвариантное представление должно напоминать эволюцию, т.к. оно описывает процесс реальных изменений систем во времени;
- **Универсальность** ИП - инвариантное представление может быть «вытащено» из описания любых систем (вещественных, полевых и информационных), с которыми «встречается» кора головного мозга;
- **Конкретность** ИП, т.е. сформированное инвариантное представление должно быть применимо к вещественным, полевым и/или информационным системам, переходя в их описание.

Соединив три характеристики в одну, получим парадоксальную конструкцию: **Инвариантное представление** (или сохраняемый образец поведения) – это **универсальная конкретность эволюции**.<sup>8</sup>

А теперь, внимание! Полученная формулировка дословно применима еще к одному объекту, с которым, надеюсь, читатель знаком. Универсальной конкретностью эволюции характеризуется Универсальная Схема Эволюции.<sup>9</sup> Отсюда напрашивается вывод: работа коры головного мозга описывается Универсальной Схемой Эволюции. Именно в форме УСЭ кора:

- хранит инвариантное представление об объектах мира;
- «вытаскивает» из памяти т.н. автоассоциативный отзыв при поступлении на вход сигнала от конкретного объекта;
- обрабатывает в реальном времени информацию о поведении конкретного объекта;
- предсказывает будущее поведение конкретного объекта.

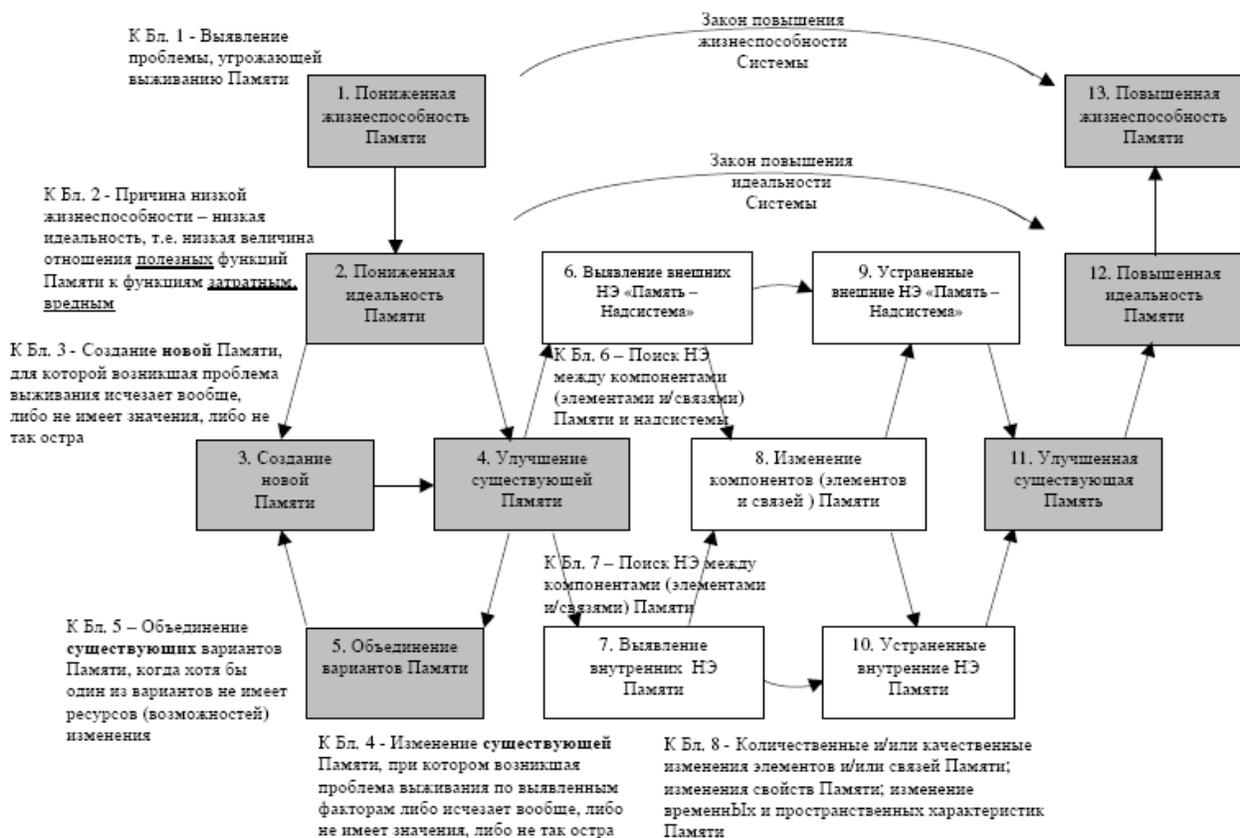
Теперь рассмотрим пример с ловлей мяча, где с помощью УСЭ, хранящей инвариант памяти, в реальном времени показана эволюция ее текущего состояния.

---

<sup>8</sup> В синектике есть рекомендация – для выражения сути процесса попробуйте сформулировать его описание в виде оксюморона. По-моему, неплохой оксюморон получился. Значит, суть где-то рядом.

<sup>9</sup> А.Захаров. Универсальная Схема Эволюции. <http://www.metodolog.ru/00522/00522.html>

## Схема Эволюции Памяти



Поймать летящий мяч рукой - это значит **совместить летящий мяч и руку (ладонь) в одной и той же точке пространства.**

В момент броска мяча начинается и продолжается процесс изменения памяти о поведении (движении) руки.

Зрение передает (2) момент броска в мозг, а мозг на основе памяти о предыдущем опыте (3 и 4) выдает мускулам образец (5) поведения - передвинуть руку в точку, куда прилетит мяч. Эти моментально всплывшие образцы памяти<sup>10</sup> о поведении сравниваются с реальными процессами (9) полета мяча и движения (6) руки.

Два возможных результата сравнения:

1. Оценка благоприятна: рука уверенно движется в точку встречи с мячом - поведение (движение) руки не должно меняться, поэтому **корректировка памяти не требуется.**
2. Оценка неблагоприятна: поймать мяч при данном поведении (движении) руки не удастся, поэтому поведение (движение) руки должно измениться, т.е. **требуется и производится корректировка памяти**

<sup>10</sup> Уже упомянутый автоассоциативный отзыв или автоассоциативная память.

На Схеме Эволюции Памяти последовательно представлены:

**Блок 1.** Если проверка относительного положения «мяч – рука» показывает, что мяч не поймать, то происходит отбрасывание текущего варианта памяти «как ловить мяч». текущий вариант памяти не выжил.

**Блок 2.** Вариант памяти не выжил по причине его низкой идеальности. Нулевая идеальность варианта памяти или очень низкая (мяч не поймать совсем или вероятность этого очень мала) означает невыполнение или очень низкую вероятность выполнения функции «управлять рукой», т.е. с помощью такого варианта памяти решить задачу «совместить летящий мяч и руку в одной и той же точке пространства» невозможно.

**Блок 3.**

- При варианте «нулевая память» возникает новая память (запускается процесс обучения «как ловить мяч»)
- При варианте «очень низкая идеальность» текущая память стирается и возникает новая память (запускается процесс обучения «как ловить мяч»)

Рука возвращается в исходное положение, а затем снова выдвигается к новой вероятной точке встречи с мячом, т.е. возникает и начинает реализовываться новый вариант памяти.

**Блок 4.** Вариант, когда идеальность памяти высокая – функция «управлять рукой» для решения задачи «совместить летящий мяч и руку в одной и той же точке пространства» выполняется с высокой, хотя и не со 100%-й вероятностью. Нет необходимости отказываться от текущего варианта памяти, а можно этот вариант подкорректировать, улучшить.

**Блок 5.** Вариант соответствует объединению разных вариантов памяти - несколько раз обновлять память (память 1 → стирание → память 2 → стирание → память 3), а потом подкорректировать последний вариант (память 3 → память 3\*).

*Блоки 1 – 5 представляют набор обобщенных стратегий поведения. Выбор любой стратегии:*

- *создание новой памяти (бл. 3),*
- *улучшение текущей (существующей) памяти (бл. 4) или*
- *объединение вариантов памяти (бл.5),*

*в конце концов, сводится к улучшению текущей памяти (блок 4). Поэтому подробно рассмотрим процедуры анализа для блока 4.*

**Блок 6.** Выявление внешних недостатков в текущем варианте памяти. Например, во время обучения ловле мяча были внешние помехи (во внешней среде, в окружении), которые как-то исказили память.

**Блок 7.** Выявление внутренних недостатков в текущем варианте памяти. Например, во время обучения ловле мяча были внутренние помехи (явления в организме), которые как-то исказили память.

**Блок 8.** Устранение расхождений между вариантом памяти, который позволят поймать мяч, и текущим вариантом памяти (устранение НЭ из бл. 6 и 7) → изменение памяти.

*Оценка выполнения процедур анализа:*

**Блок 9.** Констатация отсутствия внешних НЭ между вариантом памяти, который позволят поймать мяч, и текущим вариантом памяти;

**Блок 10.** Констатация отсутствия внутренних НЭ между вариантом памяти, который позволят поймать мяч, и текущим вариантом памяти.

**Блок 11.** Констатация улучшения памяти.

**Блок 12.** Констатация повышенной идеальности памяти - данный вариант поведения позволяет успешно выполнить функцию «управлять рукой», что позволяет решить задачу «поймать летящий мяч рукой».

**Блок 13.** Констатация повышенной жизнеспособности памяти - данный вариант поведения сохраняется для повторного решения задачи «поймать летящий мяч рукой» в сходной ситуации.

Как показано, УСЭ – это абсолютно точное описание эволюции объекта «Память», а словесное описание Д.Хокинсом работы коры головного мозга точно совпало с описанием по алгоритму Универсальной Схемы Эволюции. Значит предложенный Д.Хокинсом описательный алгоритм работы коры головного мозга может быть наглядно представлен Универсальной Схемой Эволюции.

Хотелось бы подчеркнуть еще одну особенность, говорящую о близкой аналогии работы коры головного мозга и описании процесса с помощью УСЭ. «Кора – это не компьютер, постоянно отмечает Д.Хокинс. Вместо вычисления ответов на проблемы, кора использует сохраняемые образцы решения проблем и генерирует поведение». Только что мы увидели: **УСЭ - сохраняемый образец памяти.** Образец памяти максимально универсальный, и, в то же время, максимально конкретный.

Схема, как уже было отмечено, построена на основе законов развития, выявленных в ТРИЗ, и представляет собой образцы эволюции самых разных объектов природы. Законы – это память систем об успешном их поведении в прошлом, т.е. результатом такого поведения стало продление существования систем, достижение ими устойчивости, успешное их выживание.

«Чем определяются «конструкции» естественных, существующих в природе систем? Проведенный анализ привел к выводу о существовании принципа устойчивости. Существование таких систем определяется процессом эволюции природы, в которой, в конечном счете, имело место исчезновение всех неустойчивых систем».<sup>11</sup>

Законы эволюции систем были «подсмотрены» разными науками:

- в технике (в виде ЗРТС);
- в производстве (законы эволюции науки, бизнеса, государства, здравоохранения и образования, искусства и т.д.);
- в обществе (эволюция цивилизации, эволюция флоры и фауны);
- в природе (эволюция Вселенной).

Из этого следует, что Универсальная Схема Эволюции – это картина или, если угодно, модель мира. Такое заключение полезно вот в каком аспекте: такая картина мира – это не перечень систем и связей между ними (такой перечень был бы бесконечным), а универсальное и компактное описание эволюции, т.е. процесса поддержания существования (стабильности, выживания и т.п.) систем.

---

<sup>11</sup> Информационно-структурная основа явлений. Теория СИМО (единая многоуровневая система средств формального описания). Гл. *Функции. Пределы. Дифференциальное и интегральное исчисление.*  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001a/00160033.pdf>

#### 4. Суть интеллекта по Хокинсу

*Предсказание – вот первичная функция коры головного мозга, и именно предсказание - основа интеллекта.*

Перейдем к прояснению сути интеллекта, но прежде отметим проблемы. Как подчеркнул Д.Хокинс, «...специалисты по ИИ бросились программировать компьютеры, чтобы те действовали как люди, не ответив на самый главный вопрос – что такое интеллект и что означает «понимать». А ведь прежде, чем пытаться строить интеллектуальные машины, нужно понять, как мозг думает...». (04)

Поэтому Джефф Хокинс пошел другим путем: «В течение многих месяцев (1986 г.) я бился над фундаментальными вопросами:

- Что это означает – «понимать» что-либо?
- Что делает мозг, если он не «производит» поведение?
- Что делает мозг, когда он пассивно воспринимает речь?
- Что мозг делает, когда «он» читает?

В один из дней, осматривая свой кабинет, я видел знакомую мебель, плакаты, окна и цветы, карандаши и т.д. Вокруг меня были сотни предметов. Мои глаза видели их, поскольку я глядел вокруг, но видение их не заставляло меня выполнять какое-либо действие. Ни какого поведения не возникало или не требовалось, и все же, так или иначе, я «понял» комнату и ее содержимое». (85)

Что это значит – «понимать»? Именно при обдумывании этой проблемы у меня возникло «Ага!»-состояние, один из тех эмоционально сильных моментов, когда внезапно то, что было беспорядочной путаницей, становится ясным и понятным.

Все, что я сделал, это спросил себя - что случилось бы, если бы новая вещь, которую я никогда прежде не видел, скажем, синяя кофейная чашка, появилась в комнате? Ответ оказался простым. **Я заметил бы новую вещь как не принадлежащую «знакомой картинке».** Она привлекла бы мое внимание как новая. Мне не нужно сознательно спрашивать себя: эта кофейная чашка - новая? Это тут же всплыло бы в памяти - она из неотсюда.

В этом простом ответе содержится сильная идея, которая до сих пор удивляет меня. Наш **мозг хранит воспоминания, чтобы постоянно делать предсказания обо всем, что мы видим, чувствуем и слышим.** (86)

Мозг постоянно делает предсказания обо всех деталях окружающего мира, и делает их одновременно. Это происходит автоматически и так легко, что мы поэтому и не в состоянии уловить - что же происходит в нашей голове. То, что мы воспринимаем как являющийся нам мир, не приходит только через наши органы чувств – на самом деле это комбинация того, что мы ощущаем, и предсказаний, «выдернутых» мозгом из памяти. (87)

На минутку вернемся к опыту с мячом. Смотрите, этот опыт напрямую напоминает возникновение чувства понимания при осмотре кабинета! Предметы обстановки буквально «бросают» воспринимающему свои образы - зрительные, слуховые, тактильные, обонятельные и пр. Эти извне приходящие образы вызывают образы

автоассоциативной памяти,<sup>12</sup> тут же происходит сравнение внешних образов с этими «всплывшими». Этот процесс – восприятие, вызов и сравнение, действительно, ни каких мышечных действий не требует. И полностью описывается, как и ловля мяча, структурой УСЭ.

Таким образом, понимание – это чувство адекватности извне приходящих образов и образов «всплывающих», порожденных хранящимися в памяти инвариантными представлениями (моделью мира). Можно сказать, что кора головного мозга «поняла» процесс (полет мяча) или объект (обстановка кабинета), если образы извне и изнутри адекватны, и действия по отношению к процессу и/или объекту, производимые вслед за чувством адекватности, достигают заранее поставленной цели.

Именно поэтому описание опыта с мячом с помощью УСЭ показывает возможность использования этого алгоритма как инструмента предсказания: до начала любого варианта поведения (движения) руки всё поведение руки уже записано в инвариантной форме. Подстановка информации<sup>13</sup> о движениях мяча и руки в УСЭ сразу дает отзыв-вариант эволюции (поведения) руки. УСЭ показывает, какие шаги эволюции системы будут следующими, и что вообще случится с системой. УСЭ – универсальный пониматель!

Повторю еще раз, УСЭ – это реальный инструмент предсказания поведения, предсказания эволюции. Поскольку УСЭ создавалась как универсальная и инвариантная схема по отношению к любым системам, то она может использоваться как универсальный инструмент предсказания эволюции систем технических, производственных, социальных и природных.

Еще одна особенность. Вспомним основную идею книги Д.Хокинса «On Intelligence»: *Мозг использует основанную на памяти модель для непрерывных предсказаний будущих событий. Именно способность делать предсказания будущего – вот что является сутью интеллекта.*

Объединяя две последние посылки, приходим к выводу, что УСЭ или, точнее, ее компьютерная реализация USESoft, и мозг – системы-аналоги, обе они обладают способностью предсказания будущего. Т.е., формальная логика позволяет сделать неожиданный вывод - программа USESoft обладает свойствами искусственного интеллекта.

Вообще предсказание и интеллект тесно связаны. Вспомним, что тесты на интеллект – это, в основном, тесты **на предсказание**. Такое интеллектуальное занятие как наука - упражнение в предсказании. Ученые получают и совершенствуют знание о мире именно через выдвижение (предсказание) и проверку гипотез.

Если обратиться к публикациям об Универсальной Схеме Эволюции, то окажется, что УСЭ – это графическая интерпретация научного метода. Это показано, надеюсь – убедительно, в работах «Схема ЗРТС и развитие системы знаний - науки, теории, парадигмы»<sup>14</sup> и «Universal Scheme of Evolution – Theory and Practice».<sup>15</sup>

---

<sup>12</sup> Образы автоассоциативной памяти, хранящиеся в виде инвариантных представлений

<sup>13</sup> Все равно какой – реальной или мысленной, тестовой.

<sup>14</sup> А.Захаров. Схема ЗРТС и развитие системы знаний - науки, теории, парадигмы. <http://www.metodolog.ru/00583/00583.html>

<sup>15</sup> Zakharov A. Universal Scheme of Evolution - Theory and Practice (updated edition), TRIZ Journal, June 2004, <http://www.triz-journal.com/archives/2004/06/04.pdf>

## 5. Механизм предсказывающей памяти и Универсальная Схема Эволюции

Разберемся в причинах тесного сходства механизма предсказывающей памяти в коре головного мозга и Универсальной Схемы Эволюции. Опишем требования к механизму предсказывающей памяти и формальной заменой «кора головного мозга» → «Схема эволюции» найдем свойства УСЭ. А в Комментариях отметим – существуют ли и реализуются ли свойства УСЭ, полученные таким способом?

Требование к механизму предсказывающей памяти, содержащемуся в коре головного мозга (105)	Свойство УСЭ, формальная замена: кора головного мозга → УСЭ	Комментарий
Для предсказания будущих событий кора головного мозга должна хранить последовательности образцов.	Для предсказания будущих событий <del>кора головного мозга</del> Универсальная Схема Эволюции <del>должна</del> хранит последовательности образцов.	Блоки Схемы – это последовательность образцов поведения систем. УСЭ – это максимально свернутая информация об эволюции. При подстановке в УСЭ описания конкретной системы эта информация развертывается, являя эволюцию конкретной системы. И, что еще важно, УСЭ – это информация об эволюции всех БУДУЩИХ систем!
Чтобы вызвать соответствующие воспоминания, кора должна восстановить образцы по их похожести прошлым образцам (автоассоциативный отзыв).	Чтобы вызвать соответствующие <del>воспоминания</del> образцы систем, <del>кора</del> УСЭ <del>должна</del> восстанавливает образцы по их похожести прошлым образцам (автоассоциативный отзыв).	В форме законов развития отражена память о прошлом успешном поведении. Когда появляется необходимость исследовать эволюцию современной системы, мы переносим похожесть эволюции систем прошлого на эту систему.
Воспоминания должны быть сохранены в инвариантной форме так, чтобы знание прошлых событий могло быть применено к новым ситуациям, которые являются подобными, но не идентичными прошлому.	<del>Воспоминания</del> Образцы систем прошлого сохранены в инвариантной форме (УСЭ) и знание прошлых событий может быть применено к новым ситуациям, которые являются подобными, но не идентичными прошлому.	Опять, опять и опять! Сама Схема и есть инвариантная форма прошлых событий. Схема может быть применена «... к новым ситуациям, которые являются подобными, но не идентичными прошлому». Именно поэтому для <b>НОВОЙ</b> системы приходится проводить исследование заново, но по известному сценарию.

Реальная структура мира – это, на что в своем поведении ориентируется человек. А поведение, как ранее показано, строится на оценке корой мозга окружающей обстановки. Естественно, что выжили те организмы, у которых кора сумела «вытянуть, запомнить и воспользоваться» этой реальной структурой мира. «Чем больше инвариантных, регулярных свойств своего внешнего мира смог распознать и учесть организм, тем больше хаоса удастся ему устранить из внешней среды, что **в конце концов обеспечивает его преимущества** с точки зрения принятия решений, уменьшения фрустрации, доминирования **и, по существу, выживания**».<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Хоффман У. Система аксиом математической биологии.- В кн.: Кибернетический сборник. М.: Мир, 1975, вып. 12, с. 184-207

## 6. Единство УСЭ и ИИ

В работе «Анализ и преобразование ТРИЗ методами ТРИЗ»<sup>17</sup> был разработан и предложен «портрет» будущей ТРИЗ в виде **Универсальной Схемы Эволюции (УСЭ)**. Полученные черты слагаются в портрет системы **Искусственного Интеллекта (ИИ)**.

Характеристика реальной УСЭ	Предполагаемая характеристика ИИ
УСЭ разработана на основе анализа развития самых разных систем, <sup>18</sup> что дает возможность единообразно подходить к решению задач из самых разных областей, позволяет описывать и прогнозировать развитие систем	ИИ <b>должен быть</b> разработан на основе анализа развития самых разных систем, что даст возможность единообразно подходить к решению задач из самых разных областей, позволит описывать и прогнозировать развитие систем
УСЭ полностью совпадает с научным методом познания <sup>19</sup>	ИИ <b>должен</b> полностью совпадать с научным методом познания
УСЭ позволяет унифицированное описание иерархических уровней - природа, общество, производство и техника <sup>20</sup>	ИИ <b>должен</b> позволять унифицированное описание иерархических уровней - природа, общество, производство и техника
УСЭ в виде частных случаев переходит в разнообразные методы преобразования систем - МПиО, МШ, МКВ, МА, во все инструменты ТРИЗ <sup>21</sup>	ИИ в виде частных случаев <b>должен</b> переходить в разнообразные методы преобразования систем
УСЭ выступает в роли программы-советчика, инвариантного описания систем максимально высокого уровня абстракции.	ИИ <b>должен выступать</b> в роли программы-советчика, инвариантного описания систем максимально высокого уровня абстракции.
Это абстрактное описание, будучи приложенным к исследуемой системе, становится абсолютно конкретным. Т.е. УСЭ или ИИ, если в двух словах, <b>универсальная конкретность</b> .	

Поскольку Универсальная Схема Эволюции - простая блок-схема, то даже небольшой навык программирования позволил написать программу USESoft для представления УСЭ на компьютере. Программа USESoft позволяет формально подставлять в нее название системы, интересующей пользователя, и получать эволюцию этой системы в общем виде. Далее возникают 2 возможности:

<sup>17</sup> А.Захаров. «Анализ и преобразование ТРИЗ методами ТРИЗ» <http://www.metodolog.ru/00538/00538.html>

<sup>18</sup> А.Захаров. ТРИЗовская картотека: история создания, сбор и обработка информации, результаты применения <http://www.metodolog.ru/00528/00528.html>

<sup>19</sup> А.Захаров. Схема ЗРТС и развитие системы знаний - науки, теории, парадигмы <http://www.metodolog.ru/00583/00583.html>

<sup>20</sup> А.Захаров. Итог как новое начало <http://www.metodolog.ru/00532/00532.html>

<sup>21</sup> А.Захаров. Схема ЗРТС и неалгоритмические Методы активизации творческого мышления <http://www.metodolog.ru/00557/00557.html>

- Общий вид эволюции системы (от блока 1 до блока 13) и пояснения достаточны для пользователя; вид последовательных блоков УСЭ с пояснениями рождает у пользователя самостоятельные (и правильные!)<sup>22</sup> мысли о путях преобразования его системы;
- Общий вид эволюции системы для пользователя недостаточен (пользователь не знает, что делать дальше) – программа начинает задавать пользователю уточняющие вопросы (на каком этапе развития система находится, из каких элементов система состоит, как эти элементы в системе взаимодействуют и т.д. – всего в USESoft реализовано 15 экранов).

Ответы пользователя дают возможность программе указать на недостаток, который является ключевым, т.е. с него проблемы в системе и начинаются. С этим недостатком обязательно связан один из элементов. Программа предлагает этот элемент изменить и показывает как это сделать.

В диалоге «USESoft – пользователь» пользователь играет **пассивную** роль – он поставщик информации об изучаемой системе. А преобразует введенную информацию именно программа, выдавая пользователю поэтапно промежуточные результаты для ознакомления или рекомендации и подсказки для выполнения следующих шагов.

Программа USESoft постоянно совершенствуется, зачастую, с помощью ее же самой. Например, совсем недавно именно так был найден и включен в USESoft мини-алгоритм выбора конкретной системы, которую необходимо улучшать.

Это краткое сравнение Универсальной Схемы Эволюции и ИИ-подхода, дополненное описанием работы программы USESoft, позволяет с оптимизмом смотреть на дальнейшее развитие указанных направлений и инструментов.

---

<sup>22</sup> Как правило, разработчики систем – высококвалифицированные специалисты. Часто надо только «подтолкнуть» их мышление в нужную сторону, показав, что существуют объективные законы эволюции и их система, в соответствии с этими законами, должна преобразовываться, как это представлено с помощью USESoft.

## 7. Заключение к обзору книги Д.Хокинса

Книга Д.Хокинса «On Intelligence», конечно, не исчерпывается приведенным изложением. Оригинальный текст намного обширнее, содержит рисунки и описание множества важных деталей:

- физическое строение коры головного мозга (слои, иерархия, «колоники» клеток)
- информационные потоки (вверх и вниз по иерархии, по слоям и зонам коры через аксоны нейронов), формирование «имени» для изучаемой последовательности сигналов, возникновение иерархии имен «от конкретного к абстрактному»
- обучение клеток (колонок) коры и явление опережающего (предсказывающего) возбуждения активности клеток (колонок) коры в результате обучения
- модель быстрой и точной обратной связи через далекие от клетки синапсы
- функции гиппокампа (хранение новой информации) и таламуса (отсроченная обратная связь)

Интересна в книге глава 8 «Будущее интеллекта», в которой Д.Хокинс рассуждает о возможности и необходимости создания интеллектуальных машин, дает свой прогноз о сферах применения и формах, которые приобретет Искусственный Интеллект.

Завершу обзор словами самого Д.Хокинса: «Я ввел много рассуждений-идей относительно того, как работает кора головного мозга. Я ожидаю, что некоторые из этих идей окажутся неправильными и будут пересмотрены. Есть также много деталей, которые я даже не упомянул.

Мозг очень сложен; неврологи, прочитавшие книгу, считают, что я представил очень грубое описание сложностей реального мозга. Все же, я полагаю, структура, в целом, озвучена. Все, на что я могу надеяться - основные идеи будут сохранены, а под влиянием новых фактов изменятся только детали». (174)

## 8. Традиционный ТРИЗ-анализ представленных идей и результатов

Традиционный анализ по рекомендациям Г.С.Альтшуллера «Как излагать новое в ТРИЗ»<sup>23</sup>

<p>Что было в данной области до ТРИЗ?</p>	<p>Термин Artificial Intelligence (Искусственный Интеллект, ИИ) был предложен в 1956 году на семинаре с аналогичным названием в Станфордском университете, США. Подобное самоназвание области обозначило тот «наивный оптимизм» начального периода, когда большинству казалось, что до ИИ рукой подать. Однако пока с каждым десятилетием расстояние до цели только растет. Спустя пятьдесят лет всем ясно, что она неблизка, трудностей полно, а успехи не слишком впечатляют.<sup>24</sup></p>
<p>Что было в ТРИЗ по этой теме до данной работы?</p>	<p>Компьютерные программы, позволяющие анализировать систему и получать решения – TechOptimizer и др. IdeaFinder+ – интеллектуальная система управления знаниями, предназначенная для выполнения поиска решений изобретательских задач из любых сфер деятельности. IdeaFinder+ позволяет формализовать процесс поиска решения любой творческой задачи изобретательского класса, и применить весь объем накопленных человечеством знаний для нахождения самого эффективного решения.<sup>25</sup></p>
<p>Кому предназначена данная конкретная статья? Какова цель статьи? Какой новый материал привлечен для разработки? Какая методика работы использована?</p>	<p>Специалистам ТРИЗ, ведущим поиск направлений развития ТРИЗ Заинтересовать специалистов, показав возможность построения системы ИИ на базе ТРИЗ Теория строения и функционирования коры головного мозга человека, представленная Джеффом Хокинсом в книге «Об Интеллекте» Научный метод: <u>Наблюдения</u> – работа с программой USESoft, набор фактов <u>Гипотеза</u> – УСЭ в компьютерном варианте (USESoft) - программа представления эволюции систем, близка по свойствам ИИ</p>

<sup>23</sup> Альтшуллер Г.С. Как излагать новое в ТРИЗ. Тезисы к конференции в Миассе, 1988.  
<http://www.altshuller.ru/engineering9.asp>

<sup>24</sup> А.Нариньяни (генеральный директор Российского НИИ искусственного интеллекта). Очень искусственный интеллект. Независимая Газета, 22.02.2006. [http://www.ng.ru/science/2006-02-22/14\\_intellect.html](http://www.ng.ru/science/2006-02-22/14_intellect.html)

<sup>25</sup> Система поиска эффективных решений. <http://www.inventech.ru/technologies/ideafinder/> Принцип действия IdeaFinder+ разработан на базе лингвистического процессора А. Барышникова (подробности не указаны).

	<p><u>Предсказание</u> – USESoft позволяет прогнозировать эволюцию систем из любых сфер деятельности</p> <p><u>Эксперимент</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Выявление у программы USESoft свойств ИИ</li> </ul>
<p>Что установил автор?</p> <p>Что автор предлагает?</p>	<p>Возможность реализации механизма ИИ на основе УСЭ, являющейся развитием ТРИЗ</p> <p>Дальний прогноз развития ТРИЗ: построение ИИ на основе программы USESoft</p>
<p>Что представляет собой статья - информацию о догадке или руководство к практическому действию?</p> <p>Если речь идет о действиях, подготовлены ли они инструментально?</p>	<p>Руководство к практическому действию:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ нужна массовая проверка теоретической базы в виде УСЭ и</li> <li>▪ профессиональная доработка компьютерной программы USESoft</li> </ul> <p>Действия подготовлены инструментально:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ теоретическая часть УСЭ и практика ее использования при исследовании систем различной природы<sup>26</sup></li> <li>▪ компьютерная программа USESoft и примеры ее использования</li> </ul>
<p>Пример, когда нетризные методы не справляются с задачей, тризные методы (известные ранее) тоже не справляются, а новая разработка блистательно делает дело.</p>	<p>Разработка программы USESoft, являющейся развитием ТРИЗ и имеющей признаки ИИ</p>
<p>Методологический анализ</p>	
<p>Получена ли Большая Неожиданность (БН)?</p> <p>В чем Большая Неожиданность состоит?</p> <p>Благодаря чему Большая Неожиданность получена?</p>	<p>Да, БН получена.</p> <p>БН состоит в том, что у программы USESoft, являющейся компьютерным представлением Универсальной Схемы Эволюции, а УСЭ, свою очередь, построена на идеях ТРИЗ, выявлены признаки ИИ</p> <p>БН получена благодаря:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ найденной (и оправдавшейся на практике) плодотворной идее Универсальной Схемы Эволюции</li> <li>▪ подходу, рассматривающему решение изобретательской задачи как эволюцию системы, как</li> </ul>

<sup>26</sup> Публикации А.Захарова на сайте <http://www.metodolog.ru/news.html>

Можно ли применить  
Большую Неожиданность за  
пределами данной ТС, за  
пределами техники

переход от «плохой» системы к «хорошей»

- инструментальному оформлению идеи, что ЗРТС могут быть применены во многих областях деятельности, в т.ч. и для природных объектов
- инструментальному оформлению теории Дарвина (изменчивость, наследственность, отбор)

Тема ИИ переросла рамки ТС, техники и даже природы. По большому счету, она ближе к философии.

5 июня 2006 года  
Бостон, Массачусеттс, США