

Виталика. Загадки жизни и разума

А мы все ставим каверзный ответ
И не находим нужного вопроса

В. Высоцкий

Содержание.

Предисловие.

1. Кибернетика и виталика.
2. Что такое жизнь?
 - 2.1. Жизнь – активно поддерживаемое устойчивое неравновесие
 - 2.2. Целенаправленность и активность внутренней и внешней работы живых систем.
 - 2.3. Эволюция жизни
 - 2.3.1. О теории эволюции.
 - 2.3.2. Прогрессивная эволюция.
 - 2.3.3. Генетическая информация
 - 2.3.4. О локальной направленности эволюционных изменений.
 - 2.4. Есть ли в природе общая идея или общий замысел?
3. Что такое мышление?
 - 3.1. Внешние задачи, свойства и характеристики мышления
 - 3.2. Субъективная целостная иерархическая модель мира
 - 3.3. Целенаправленность и активность в работе мозга
 - 3.4. Гипотеза о двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением
 - 3.5. Предвидение:
 - предвидение событий,
 - предвидение результатов действий,
 - предвидение при восприятии,
 - умозрительное моделирование,
 - умозрительное конструирование.
 - 3.6. Общая схема процесса практического (поведенческого) мышления
 - 3.7. Творческое мышление
 - 3.7.1. Репродуктивное практическое творческое мышление
 - 3.7.2. Созидательное творческое мышление
 - 3.7.3. Художественное творчество.
 - 3.8. Роль эмоций
 - 3.9. Сознание, воля
4. Может ли машина мыслить.
 - 4.1. Об определениях.
 - 4.2. Тест Тьюринга.
 - 4.3. Перспективы создания искусственного разума

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Время

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Риск создания машинного интеллекта

(Об общественном трансгумманитарном движении и движении Россия 2045)

Литература

Предисловие

У каждого из нас имеется какой-то набор знаний. По границе области знания лежит область незнания. Чем больше область знания, тем больше область незнания. Правда, мы не всегда фиксируем на этом внимание. Одна из главных целей этой книги – расширение и конкретизация у читателя представления о его области незнания. Конечно, речь пойдет не об области незнания вообще, а только о ее части, касающейся живых систем и в частности о жизни и мышлении.

В то же время нужно отметить, что, несмотря на огромный накопленный теоретический и экспериментальный материал, мы еще очень мало знаем об основных наблюдаемых нами фундаментальных явлениях нашего мира. Нам трудно понять, что такое вечность и бесконечность и, соответственно, что такое время и пространство. Мы практически ничего не знаем о сути таких явлений как гравитация, электричество, внутриатомные взаимодействия, электромагнитные взаимодействия, электромагнитное поле. Почти то же самое относится и к таким фундаментальным проблемам познания как жизнь и разум. Различные существующие теории в биологии, психологии, математике и философии не являются достаточно полными и конструктивными и обычно описывают только внешнюю сторону явления.

Чаще всего материалистические теории укладываются в схему “если-то”, т.е. причина – следствие в рамках проводимого или предполагаемого эксперимента. В противном случае это будет уже не теорией, а только непроверяемой гипотезой. При этом материалистическая научная гипотеза должна быть хотя бы в принципе проверяема.

Поясним это примером, который я часто привожу, говоря о теориях, вынуждено ограничивающихся внешним описанием явления на уровне, достаточном для экспериментальной проверки. Что такое гравитация? На этот вопрос пытались ответить два великих физика – Ньютон и Эйнштейн. Полученный на основе прямых наблюдений и экспериментальной проверки закон всемирного тяготения Ньютона вводит понятие сила притяжения и количественно определяет зависимость силы притяжения от масс взаимодействующих объектов и расстояния между ними. Закон имеет хорошее экспериментальное подтверждение, но ничего не говорит о том, почему эти силы такие, а не иные, как они возникают, как и с какой скоростью (мгновенно?) передаются в пустом пространстве.

В геометрической теории гравитации Эйнштейна, т.е. в общей теории относительности, силы притяжения заменяются силами инерции при движении по геодезическим линиям в искривленном пространстве-времени. Это искривление создается имеющими массу-энергию объектами. Теория Эйнштейна имеет экспериментальное подтверждение, но остается чисто внешним описанием явления и по-прежнему не отвечает на те же фундаментальные вопросы “почему” и “как” (например, в частности, почему искривляется пространство-время).

Таким образом, гравитация внешне описывается, но по своей сути как была, так и остается для нас загадкой. То же самое относится и ко многим другим фундаментальным физическим свойствам и явлениям мира.

Не исключено, что построение более глубоких теорий в каких-то случаях может выходить за пределы возможностей нашего познания, базирующегося на эксперименте и получении информации по схеме “если-то”. К сожалению, доступный нам эксперимент очень ограничен как во времени, так и в пространстве.

Помимо наблюдаемых фундаментальных явлений нашего мира могут существовать и ненаблюдаемые. Последние часто придумываются и могут относиться к области фантастики или религии. Область доступного нам эксперимента непрерывно расширяется, но, скорее всего, это расширение имеет какой-то предел. Этим пределом могут быть, например, пространственные и временные рамки нашей Вселенной (если они имеются), или что-то еще, недоступное ни нашему эксперименту, ни нашему пониманию.

Все это относится в первую очередь к физике. Но, возможно, и в биологии с ее главными задачами - “жизнь” и в особенности ”разум” можно столкнуться с принципиальной ограниченностью наших знаний. Однако, будем надеяться, что эти задачи все же имеют доступное нам полное целостное конструктивное решение.

Существует ложное представление о быстром развитии и скором создании так называемого Большого искусственного интеллекта (искусственного мышления). Это происходит на фоне быстрого увеличения скорости и памяти вычислительных машин, а также бурного развития телекоммуникационных и информационных технологий. Эти технологии особенно на бытовом уровне часто ошибочно путаются с технологиями искусственного интеллекта.

На самом деле, производная развития конструктивных представлений о работе мозга в процессе мышления близка к нулю. Так ни экспертные системы, ни системы перевода, ни формальные системы представления знаний, ни распознавание образов, ни формальные нейронные сети не только не решают эту проблему, но даже почти не приближают нас к ее решению. Нет подходов к построению целостной теории работы мозга в процессе мышления и в биологии.

Для построения полной конструктивной теории мышления и, тем более для моделирования живого человеческого мышления, нужно ответить на очень много принципиальных вопросов, основанных, главным образом, на представлениях о принципиальных отличиях живого от не живого. Я постарался сформулировать многие из них, представляющиеся мне основными. Большая часть этих вопросов пока еще остается без ответа. Ответы на определенную часть вопросов ниже приводятся, но часто они являются гипотетическими и формулируются на более или менее общем уровне. И, тем не менее, я надеюсь, что приведенная в книге информация будет полезна читателю, в том числе и за счет того, что его взаимосвязанные области знания и незнания расширятся.

1. Кибернетика и виталика.

Итак, два главных интересующих нас вопроса: *что такое жизнь и что такое разум?* При этом полные ответы должны описывать не только внешнюю сторону явлений, отвечая на вопросы что это такое, как это проявляется и какими обладает свойствами, но и внутреннюю сторону, отвечая на вопрос: как это возникает, устроено и работает. Можем ли мы полностью, точно полно и конструктивно объяснить жизнь и разум с использованием имеющихся физических знаний? Нет, не получается. Поняв это можно успокоиться, привлекая для объяснения жизни и жизненных явлений такие “виталистические” понятия как дух, душа, жизненная сила, жизненный порыв, энтелехия, ссылаясь при этом на Бога, допуская существование каких-то особых свойств живой материи и принимая, что материалистическое и конструктивное объяснение всего этого невозможно. Так и поступали

еще со времен Платона и Аристотеля. Соответствующее научное направление впоследствии получило название Витализм. Однако существуют и другие подходы.

Во-первых, все жизненные явления, включая разум, можно еще пытаться полностью объяснить материалистически в рамках имеющихся физических знаний. Материя это вещество, обладающее массой, энергией и формой движения (т.е. изменения). Выделяются следующие формы движения: механическая, физическая, химическая, тепловая и биологическая. (Существуют и иные классификации форм движения материи).

При материалистическом подходе к объяснению жизненных явлений в противовес витализму часто считается, что биологическая форма движения материи не обладает принципиальной спецификой, а является просто сложной комбинацией других форм. Такой подход реализуется в разных научных направлениях от грубого механицизма до кибернетики, современной биохимии, синергетики и неравновесной термодинамики. При этом биологию естественно считать не самостоятельной наукой, а разделом прикладной физики или прикладной химии. На этом направлении получено очень много интересных и важных частных результатов, но уже давно ожидаемого решающего прорыва, т.е. полного конструктивного и целостного объяснения сути всех основных жизненных явлений, все нет и нет.

Возможен и иной подход, направленный на поиск хотя и материалистических, но особых принципов существования и развития живых систем и живой материи, т.е. на определение специфической биологической формы движения материи. Несмотря на то, что на внутреннем физическом и химическом уровне принципиальные отличия живой материи от не живой не находятся, на внешнем функциональном уровне эти отличия очевидны. Так, в первую очередь, можно выделить следующее: активно поддерживаемая неравновесность живых систем (используемая и возобновляемая свободная энергия), эмоциональные оценки, сознание, воля, активная целенаправленность поведения и мышления, ощущение, мышление, творчество.

Объяснить все это в рамках кибернетики [6] и ее современных модификаций, в том числе и в рамках популярной в последнее время неравновесной термодинамики Пригожина [12], нельзя. Никто всерьез и не пытается. Поскольку в современных науках о живом, т.е. в биологии, биофизике и биохимии выяснено, что принципиальных физических и химических различий между живой и не живой материей нет, то напрашивается неизбежный вывод – объяснить особые функциональные свойства живого можно только выйдя за пределы материалистического мировоззрения.

Однако, это не обязательно. Мы еще очень мало знаем о нашем мире. Кроме того, есть еще надежда, что все особые свойства живого можно объяснить, если конструктивно определить особые механизмы биологической формы движения материи, причем не на уровне отдельных физических или химических процессов, а на уровне их особой совокупной согласованной организации.

Если это удастся, то может быть “виталистические” понятия смогут получить конструктивные и материалистические объяснения, но уже не в рамках направления, противопоставляемого материализму и получившего название Витализм, а в рамках иного научного направления или даже науки, которую можно назвать, например, Виталика.

Чем виталика должна отличаться от кибернетики?

Основной фактический предмет исследования кибернетики [6] как бы он не определялся, в конечном счете, это объяснение и моделирование жизни, т.е. существования, поведения, восприятия, мышления и развития живых организмов. Метод исследования – выделение общих принципов управления в живой природе технике и обществе. Перенос представлений о работе устройств автоматического управления и обработки информации на представления о работе живых систем.

Кибернетика при своем зарождении на фоне появления и быстрого начального развития вычислительной техники была очень популярна. Огромный энтузиазм вызывали представления о том, что жизнь и мышление можно конструктивно определить и смоделировать. Однако, кибернетика наукой не стала. Причина в том, что в живом есть что-то очень важное, определяющее его сущность и принципиально отличающее живое от неживого. Если это так, то метод исследования, применявшийся в классической винеровской кибернетике, состоящий в поиске подобия процессов управления и обработки информации в машинах, живых системах и обществе, был исходно неверен.

Неверно и конкретное кибернетическое представление о том, что управление в живых системах, как на внутреннем уровне, так и на уровне внешнего поведения, главным образом основывается на отрицательных обратных связях. Ниже будет говориться о том, что одно из важных отличий живых систем от не живых состоит в использовании *положительных* обратных связей при управлении на уровне внешнего поведения, на уровне работы механизмов мозга и, даже, на уровне прогрессивной эволюции. (Применительно к таким процессам будем пользоваться следующим частным определением. Отрицательная обратная связь это “действие”, вызванное изменением в системе и направленное в противоположную сторону “действию”, вызвавшему изменение. Положительная обратная связь это “действие”, вызванное изменением в системе и направленное в ту же сторону, что и “действие”, вызвавшее изменение.)

Еще одно отличие управления в живых системах, касающееся уже не всех, а только высокоразвитых живых систем, состоит в переходе от решения одноэкстремальных градиентных задач повеления и от задач, решаемых с использованием обратных связей к решению многоэкстремальных задач. Многоэкстремальные задачи не решаются ни с использованием отрицательных обратных связей, ни с использованием положительных обратных связей.

Неверно и идущее от Винера и Шеннона отождествление используемой живыми системами информации с передаваемым сообщением и, соответственно, сведение теории информации к теории связи. В живых системах информация не является закодированным сообщением. В ходе эволюционного развития сигнальная информация, используемая в процессе поведения, становится уже не просто сигналом в цепи автоматического управления, а принимает форму многомерного входного образа и иерархической модели среды, необходимой для субъективной интерпретации входного образа.

Информация, образующая иерархическую нейронную модель среды (мира), это не запомненная совокупность сообщений. Это целостная нейронная система взаимосвязанных и взаимоопределяющих знаний, т.е. модель, которая является одновременно формой, содержанием и инструментом работы с информацией в процессе восприятия, обучения, активного целенаправленного поведения и мышления. (Несколько подробнее об информации, принимающей форму модели среды, будем говорить ниже.)

Не является сообщением и содержащаяся в ДНК генетическая информация хотя бы потому, что она записана не в декларативном, а в процедурном виде.

Точно также, становится все более ясно (правда, к сожалению, еще не всем), что мозг и вычислительная машина работают с информацией совершенно по-разному. Определяется это совершенно разным представлением информации в машине и в мозге и соответственно совершенно разными механизмами работы с информацией. Ни на макро, ни на микро уровне в процессе мышления никаких вычислений или каких-то иных операций с закодированными текстами (сообщениями) мозг не делает. Поэтому переносить из вычислительной техники в биологию нечего, хотя это до сих пор иногда пытаются делать. Переносить из биологии в вычислительную технику тоже нечего. При этом не только потому, что в биологии еще нет достаточных знаний о работе мозга, но и потому, что эти знания обычной вычислительной технике не нужны.

Естественно, что кибернетические модели никуда дальше простых схем регулирования с обратной связью, или поведения по схеме стимул-реакция, или принятия решения на основе сплошного перебора, не пошли.

При попытках объяснения сущности живого, как на общем, так и на каком-то частном уровне, от базовых кибернетических представлений часто стихийно уходили, но это нужно делать осознанно, четко формулируя принципиально иной подход. Итак, кибернетика это не наука. Сейчас термин кибернетика используется как общее понятие, объединяющее все что угодно, имеющее какое-либо отношение к моделированию живого и, в первую очередь, поведения и мышления. Иногда к кибернетике причисляют и сложные информационные и телекоммуникационные технологии.

В рамках Виталики должны вестись комплексные исследования, объединяющие экспериментальные, теоретические и технические работы биологов, психологов и представителей точных наук, направленные на получение целостного, полного и конструктивного (моделируемого) представления о живых системах, мозге и процессе мышления.

Таким образом, предмет исследования виталики должен быть тот же, что и основной исходный фактический предмет исследования кибернетики – объяснение и моделирование живого, т.е. существования, эволюции, поведения, восприятия и мышления живых организмов. Метод исследования должен быть принципиально иным и состоять не в выделении подобия живых и не живых систем, а в выяснении основополагающих особенностей живого, его специфики и в определении различий между живым и неживым. В метод исследования должен включаться и поиск возможности формализации этих особенностей и их реализации в искусственных системах на уровне как существующего, так и нового физического знания.

Как уже говорилось, основополагающее отличие состоит в том, что *жизнь это не статическое состояние, а процесс* поддержания термодинамического неравновесия. Из этого базового свойства должны выводиться все особые свойства живого. Это может оказаться как возможным, так и невозможным.

В последнем случае для развития виталики потребуется не только развитие биологии, но и расширение материалистических физических знаний, в том числе и смещение границы между физикой и метафизикой в сторону метафизики, т.е. в сторону того, что сегодня представляется идеальным, сверхчувственным, лежащим за пределами наблюдаемых явлений. Такое смещение границы постоянно и происходит. Пример – проявления радиации, таинственные и загадочные воздействия которой получили материалистическое объяснение. К сожалению, нельзя исключить и того, что полное моделирование жизни на не биологической основе окажется невозможным. В этом случае развитие виталики может привести к четкой формулировке соответствующих физических запретов.

Итак, в рамках определенной выше виталики, в отличие от кибернетики, нужно искать не общее между живым и не живым, а специфику и суть живого и на этой основе определить особые принципы движения живой материи. На этой основе могут получить объяснения ее особые функциональные свойства. На внешнем функциональном уровне эти особые свойства очевидны. Уже отмечались главные из них. Еще раз отметим: целенаправленность, активность, сознание, воля, ощущения, эмоции и направленность всего этого на активное поддержание неравновесности живых систем (используемой и возобновляемой свободной энергии). Принципиально отметить также такие свойства как открытость, необходимое взаимодействие со средой, целенаправленное восприятие среды, размножение, прогрессивное эволюционное развитие.

Эти основные “виталистические” свойства присущи живому и в совокупности характеризуют жизнь как особую биологическую форму движения материи. Как большинство из перечисленных основных свойств живого порождаются физическим и

химическим уровнем в точности не известно. Биология, психология и философия занимаются этими проблемами, описывают их и даже формулируют какие-то законы, но все это чаще всего пока еще ограничивается как обычно и в физике только внешним описательным уровнем, или уровнем причина-следствие.

Формальная упрощенная имитация отдельных необходимых свойств живого часто бывает возможна. Так строятся различные кибернетические игрушки и роботы. Однако, с полным целостным конструктивным, достаточным для комплексного моделирования пониманием живого связаны значительные проблемы. Уходить от этих проблем, как это часто делается при попытках моделирования или хотя-бы качественного объяснения жизни и мышления нельзя. Поэтому в дальнейшем мы будем стараться фиксировать внимание на принципиальных проблемах и нерешенных вопросах.

Первая *проблема это определение сущности биологической формы движения материи*, т.е. жизни и ее отличие от других форм движения материи. Все остальные свойства и функции живого могут оказаться производными от общего принципа движения живой материи.

Итак, *что такое жизнь и чем она принципиально отличается от не жизни?* Об этом выше уже говорилось, но дальше этот вопрос будет рассмотрен подробнее.

2. Что такое жизнь?

Как уже отмечалось, считается, что ни одно из экспериментально выявляемых свойств компонентов живой материи не проявляет какой-либо физической или химической специфики, принципиально отличающей живое от не живого. На этом основании говорят о крахе витализма и истинности кибернетических представлений, забывая при этом, что внешние функции и проявления, отличающие живое от не живого, тем не менее, существуют. Выше эти очевидные функции были названы виталистическими. При этом, такие виталистические функции как активность, эмоциональные оценки, сознание, воля, целенаправленность это не только внешние проявления, в первую очередь отличающие высокоразвитые живые системы от не живых, это одновременно и рабочие инструменты поведения и мышления. Особый интерес представляет вопрос: что такое и как в живых организмах возникает *ощущение?*

Для понимания, объяснения и определения феномена жизни и мышления простое перечисление виталистических функций живого недостаточно. Нужно определить, как эти функции возникают и работают. При этом я полагаю, что порождаются эти функции не какими-то идеальными “жизненными силами” и не особыми “витальными” физическими или химическими свойствами живой материи, а ее особой организацией и особым способом поддержания существования. Не исключено, что основные “виталистические” функции живого порождаются его главным и характеристическим определяющим свойством, а именно активно поддерживаемым устойчивым неравновесием.

2.1. Жизнь - активно поддерживаемое устойчивое неравновесие

Не только необходимым, но и достаточным признаком (свойством) живого в первую очередь является непрерывно *активно поддерживаемое собственными силами и собственной работой неравновесное состояние*. Поэтому *жизнь это не статическое состояние, а процесс*.

На некотором уровне приближения определение жизни может быть сформулировано следующим образом. Жизнь это активная самоорганизующаяся система, непрерывно активно поддерживающая свою неравновесность, целостность и качественную определенность на основе внутренней работы и необходимого целенаправленного взаимодействия с окружающей средой. Слово активность подчеркивает, что действия системы в процессе ее

самоорганизации вызываются и направляются ее собственными внутренними причинами. Слово необходимого подчеркивает, что живые системы изолированно в отрыве от среды существовать не могут.

В этом направлении заставляло думать еще классическое определение Энгельса: жизнь есть *способ существования* белковых тел и этот способ заключается по своему существу в постоянном обновлении их химических составных элементов путем питания и выделения [18].

Лучше всего и точнее идею постоянной поддерживающей существование самоорганизации передает определение Бауэра: “ все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянно работу против равновесия, требуемого существующими физическими и химическими условиями “. Это определение Бауэр назвал принципом устойчивого неравновесия [5].

Подытоживая и выделяя основное отличие живых систем от неживых, можно сказать следующее. Неживые системы находятся либо в состоянии равновесия, либо в движении к состоянию равновесия, либо в статическом неравновесном состоянии, поддерживаемом кинетическими ограничениями. Этим определяются все формы движения материи, кроме биологической. Уровень свободной энергии в неживых системах либо равен нулю, либо уменьшается, либо зафиксирован на каком-то приблизительно постоянном уровне за счет существующих внешних ограничений, препятствующих диссипации энергии, т.е. превращению свободной энергии в тепловую.

Живые системы постоянно находятся в обладающем свободной энергией активно поддерживаемом динамическом неравновесном состоянии. Достигается это только собственной работой системы во взаимодействии со средой. Биологическая форма движения материи это движение, активно направленное против термодинамического равновесия. Из этого следует, что жизнь это непрерывный процесс. Статическое состояние и равновесие для живого это смерть.

Таким образом, жизнь это постоянная борьба со смертью. Эта борьба есть основное и необходимое свойство и сущность жизни. Результатом этой борьбы (если она успешна) является непрерывное самовосстановление или активная непрерывная, антиэнтропийная самоорганизация, динамически поддерживающая неравновесие и свободную энергию. Все это должно удовлетворять общим принципам открытости, активности, целенаправленности и целостности.

Существуют и иные представления о самоорганизации живых систем. Это, в первую очередь представления, развиваемые в синергетике и основывающиеся на теории диссипативных систем и неравновесной термодинамики Ильи Пригожина [12]. Популярными в последнее время у биофизиков и кибернетиков диссипативные системы Пригожина пассивны и в целом находятся в равновесии со средой. В этих системах необходимый постоянный приток энергии из среды компенсируется диссипацией энергии и ее оттоком в среду. Локальная неравновесность в этих системах возникает пассивно при принудительном подводе к ним энергии. Соответствующая этому свободная энергия выделяется в среду, т.е. диссипирует через тепловой канал. Интерпретировать на этой основе жизненные явления нельзя. Сама по себе неравновесность жизни не образует. Жизнь это особый способ поддержания неравновесия. Правда, иногда никак не раскрывая этот способ говорят или подразумевают, что неравновесность может возникать в диссипативной системе при подводе к ней энергии и превращать неживую систему в живую за счет каких-то таинственных неизвестных свойств материи. (Фактически это шаг к классическому Витализму).

Диссипативные системы Пригожина можно назвать системами пассивной или принудительной антиэнтропийной самоорганизации. Живые системы это системы активной антиэнтропийной самоорганизации. В отличие от диссипативных систем Пригожина в живых системах неравновесие возникает не принудительно при внешних воздействиях, а является

исходным внутренним свойством системы. Создается и поддерживается неравновесное состояние и соответственно свободная энергия живой системы активно и целенаправленно выполняемыми системой внутренней и внешней работой. Эта работа (как внутренняя, так и внешняя) выполняется за счет траты собственной энергии системы. Работа системы, а соответственно и собственная свободная энергия, направляются на восстановление уровня свободной энергии, т.е. на самовосстановление [5]. Из этого следует, что живые системы диссипативными не являются.

Внутренняя выполняемая на клеточном уровне работа живой системы состоит, в конечном счете, в восстановлении уровня неравновесия. Важным звеном этого процесса является непрерывный синтез неравновесных органических соединений. Эти синтезируемые соединения замещают постоянно разрушающиеся структуры. Разрушение с выделением энергии и восстановление с использованием поступающих из среды веществ — это основные важнейшие жизненные процессы.

Для выполнения клеткой внутренней работы кроме собственной энергии живой системы нужен подвод в клетку извне определенных необходимых, в том числе и богатых энергией компонентов. Это делает внешняя работа. Внешней по отношению к клетке является не только работа, направленная на взаимодействие с внешней средой живой системы, но и работа собственных систем жизнеобеспечения, например, систем кровообращения, пищеварения, дыхания.

Таким образом, для непрерывного выполнения живой системой синтеза неравновесных органических соединений в нее извне (из среды) должны поступать определенные компоненты. У растений это, в первую очередь, необходимые для фотосинтеза свет, углерод и вода. У животных это, в первую очередь, необходимое для биосинтеза питание в виде биоорганических соединений, т.е. в виде других живых или мертвых растений или животных.

Первичным и абсолютно необходимым для поддержания жизни на Земле пока еще является выполняемый растениями фотосинтез. Без аккумулирующей солнечную энергию фотосинтеза жизнь на Земле развиваться и сохраняться не могла и не может. Без растений и зависящих от них травоядных животных хищникам попросту было бы нечего есть.

Итак, жизнь это постоянно выполняемая живой системой в контакте с внешней средой активная целенаправленная самоорганизация, или непрерывная, выполняемая на клеточном и внешнем уровне постоянная борьба со смертью.

Все это принципиально отличает жизнь от не жизни. Эти представления опираются главным образом на теорию Эрвина Симоновича Бауэра [5]. Соответствующая приведенным представлениям биологическая форма движения материи должна порождать и быть необходимой причиной и основой возникновения всех отмеченных выше “виталистических” свойств живого и, в первую очередь, таких, как целенаправленность и активность.

На какой физической основе *реализуется неравновесие в живой системе?*

Однозначного общепринятого ответа на этот вопрос нет. Это считается принципиальной нерешенной проблемой. Обсуждались и обсуждаются разные варианты. Например, живой белок (протеин), обычный белок в особом структурном состоянии, например, возбужденное состояние живых молекул (Бауэр), молекулы АТФ, разность потенциалов на мембране клетки, заселенность верхних электронных уровней молекул, внутриклеточная пограничная вода и др.

Рассмотрение этих и других гипотез об основном носителе неравновесия в живой системе частично упрощается, а может быть, проблема и полностью снимается тем, что разные варианты реализации устойчивого неравновесия в живой системе не должны обязательно рассматриваться как взаимоисключающие альтернативы.

К сказанному нужно добавить, что жизнь это не только создание и поддержание некоторого уровня порядка (производство антиэнтропии), но и непрерывный эволюционный процесс повышения этого уровня, т.е. развивающийся и ускоряющийся процесс

упорядочивания. Очевидно, что как направление, так и ускорение прогрессивной эволюции не задаются живому извне, а могут быть только следствием действия положительных обратных связей. Важно определить на биологическом уровне и конкретизировать эти положительные обратные связи.

На этом в принципе говоря о биологической форме движения материи, т.е. об определении жизни, можно было бы и остановиться и перейти с общего уровня к рассмотрению конкретных виталистических свойств живого. Однако, прежде чем сделать это, нужно поставить уже возникающий и самый трудный основной вопрос:

*Почему живые системы постоянно и непрерывно борются со смертью, т.е. что заставляет живую систему быть **активной** и осуществлять движение к неравновесию?*

Иными словами:

Как возникает и как реализуется активность в живой системе?

Или:

что заставляет живую систему активно совершать работу по самоорганизации и самовосстановлению и что управляет этой работой?

Для ответа на эти вопросы можно, конечно, снова ограничиться ссылками на такие необъяснимые свойства живого как энтелехия или жизненный порыв. Полного конструктивного материалистического ответа на эти вопросы пока еще нет. Ссылка на кибернетические отрицательные обратные связи недостаточна.

Однако, все же возможен гипотетический ответ, не выходящий за рамки очень общей схемы.

Необходимую работу живой системы вызывает непрерывное изменение ее внутреннего состояния. *Активной работой живой системы управляют ее ощущение собственного состояния и внутренние оценки состояния. Эти оценки включают оценки собственного текущего состояния и оценки изменения своего состояния в результате возможных действий.* . Оценки такого рода есть уже у простейших живых систем, в том числе и у растений. Это конечно далеко еще не эмоции в полном понимании, но какой-то элементарный зачаток эмоций.

Итак, живые системы непрерывно поддерживают свое неравновесие, выполняя работу. Управляется эта работа оценками своего состояния, являющимися у простейших каким-то элементарным зачаточным эквивалентом “эмоциональных” оценок. Возможно использование и термина “самочувствие”.

Таким образом, к принципу устойчивого неравновесия Бауэра можно добавить как необходимое активность и внутренние оценки своего состояния:

*Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и **активно** выполняют за счет своей свободной энергии и **оценок своего состояния** постоянно работу против равновесия, требуемого существующими физическими и химическими условиями.*

Эту формулировку можно считать определением жизни, если уточнить и конкретизировать термин “внутренняя оценка своего состояния”.

При эволюционном появлении у живых систем сознания внутренняя оценка состояния может характеризоваться терминами самочувствие и эмоциональная оценка. Однако, и то и другое только часть внутренней оценки, имеющая отношение к внешней работе, т.е., главным образом, к поведению. Внутренняя работа живой системы, т.е. работа клеток тоже должна управляться внутренними оценками состояния, которые в этом случае на уровень сознания не выходят, или же выходят в самом общем виде. Внутренние оценки состояния управляют работой и механизмов мышления.

Как первично возникли и как эволюционно развивались основные свойства живого? Живые системы обладали свойством неравновесия и возможностью его поддержания в

постоянном контактном взаимодействии со специальной средой в примитивном виде сразу с момента первичного случайного возникновения. Этот процесс выполнялся на основе автоматических химических реакций (например, реакции автокатализа) и шел в особой среде, обеспечивающей протекание химических реакций с автокаталитической положительной обратной связью. Возможно, что предположительное объяснение процесса зарождения, первичной самоорганизации и развития жизни на основе реакций с положительной обратной связью может быть более конструктивным при использовании теории гиперциклов М.Эйгена [21], объясняющей на химическом уровне воспроизведение с наследованием информации и элементы начальной микроэволюции.

При эволюционном развитии механизмы реализации поддержания неравновесия во взаимодействии со средой усложнялись, становились все более эффективными, фиксировались в геноме и передавались следующим поколениям, а уровень достигаемого неравновесия или удельный термодинамический потенциал повышался.

У растений необходимость для жизни фиксированной особой специальной среды во многом стала менее критичной за счет эволюционно возникшего аппарата фотосинтеза, для которого достаточны постоянные доступные универсальные составляющие необходимой среды – солнечный свет, вода и воздух.

У животных возможность отрыва от фиксированного контакта со специальной средой возникла за счет эволюционного появления функций перемещения и дистанционного восприятия. При этом, внутренние оценки своего состояния, возможности восприятия и перемещения постепенно эволюционно усложнялись, а автоматные реакции постепенно сменялись целенаправленным и, в конце концов, разумным поведением. Все это, также как и представление о ведущей роли положительных обратных связей, естественно требует уточнения и конкретизации. То есть на вопрос о том, что заставляет живую систему активно поддерживать свое неравновесие, исчерпывающего полного и конструктивного ответа нет. Непонятно как первичная положительная обратная связь в рамках автоматической реакции автокатализа переходит в обратную связь в рамках сложнейшей многоплановой внутриклеточной работы, а также в рамках активного целенаправленного взаимодействия со средой, т.е. целенаправленного поведения.

Наиболее непонятным представляется первичное возникновение ощущений и внутренних оценок своего состояния, необходимых как для внутренней и внешней активной работы, так и для основных эволюционных шагов развития внешней работы - перехода от полностью автоматной схемы и фиксированной среды сначала к простому поведению по схеме стимул-реакция и в дальнейшем к целенаправленному поведению и, в конечном счете, к мышлению.

Таким образом, на основе ощущений и внутренних оценок состояния живые системы эволюционно переходят от автоматических реакций в фиксированной среде к подвижности и направленным действиям. Очередные вопросы:

- когда и как эволюционно возникают ощущения и оценки собственного состояния;*
- как это реализуется на биологическом уровне;*
- как эти оценки управляют внутренней и внешней работой живой системы.*

Из всего сказанного следует, что полных и конструктивных представлений о том, что заставляет живые системы быть активными и непрерывно совершать работу по поддержанию неравновесного состояния, нет. Представление об ощущениях и оценках своего состояния фактически только расширяют список требующих конструктивного объяснения “виталистических” свойств и функций живого.

Итак, все отмеченные выше “виталистические” свойства и функции живого требуют уточнения, объяснения и конкретизации. Это в определенной степени настолько насколько

это оказалось возможным делалось в [16] и делается ниже при рассмотрении схем поведения, мышления и эмоциональных оценок. К сожалению, до полного конструктивного объяснения виталистических функций еще далеко.

2.2. Целенаправленность и активность внутренней и внешней работы живых систем.

Одна из определяющих особенностей живого это его активная целенаправленность, сопровождающая как внутреннюю, так и внешнюю работу. Как уже говорилось, живые системы постоянно и непрерывно совершают работу по своему самовосстановлению. Таким образом, общая цель работы живой системы это самовосстановление или поддерживающая существование самоорганизация. Важно понять какие подчиненные конкретные цели ставятся, откуда они берутся и как достигаются. Целенаправленность просматривается не только в работе живых организмов, но и в прогрессивной эволюции живых систем. Цель прогрессивной эволюции это особо трудный вопрос.

Таким образом, общая целенаправленность работы живой системы задается ее организацией и принципами существования. Остается вопрос, как возникает свойство активности. Представляется, что было бы неверным сводить все к автоматизму и автоматным реакциям.

Конкретная целенаправленность по-разному проявляется на разных уровнях существования и развития живых систем. Можно выделить уровни внутренней работы, внутренней регуляции, внешнего поведения и эволюции.

Общая и частные цели отдельной живой системы

Итак, общая цель как внутренней, так и внешней постоянной активной работы отдельной живой системы это, в конечном счете, сохранение жизни и, в первую очередь, своего существования или целостности и качественной определенности. Сохранение целостности и качественной определенности конкретной живой системы с необходимостью включает сохранение неравновесности и свободной энергии. Проще всего предположить, что конкретное выражение этой общей цели у конкретной живой системы выработано эволюционно и зафиксировано в ее генетическом коде. Остается все тот же вопрос – “как это устроено и как это работает”.

Помимо общей цели у живой системы имеется постоянно изменяющаяся иерархия подчиненных частных целей. Чем сложнее целостный живой организм, чем многообразней и сложнее его внутренняя работа и чем сложнее взаимодействие организма со средой, тем сложнее связь между общими и многочисленными частными целями.

Процесс возникновения, фиксации и достижения как постоянных, так и сменяющихся актуальных частных целей естественно не является случайным и хаотическим. Этот процесс упорядочен. Упорядоченность процессов целеполагания и достижения целей всех уровней также во многом должна задаваться на генетическом уровне и, кроме того, многое, конечно, должно фиксироваться в общем виде в нервной системе при обучении и конкретно формироваться в процессе поведения. Последнее главным образом относится к внешней работе живого организма, т.е. к поведению.

Регулирование по отклонению

Активность и целенаправленность живого по Винеру [6] определяется автоматической реакцией на отклонение управляемого параметра от оптимального значения (регулирование по отклонению), или реакцией на сигнал (регулирование по возмущению).

Подобная целенаправленность, использующая оценку своего внутреннего состояния и включающая оценку текущих значений регулируемых параметров реализуется при внутренней работе живой системы на клеточном уровне и на уровне работы внутренних

систем жизнеобеспечения. Например, регулирование по отклонению поддерживает постоянство параметров внутренней среды организма (гомеостаз). Таким образом, в живых системах регулирование по отклонению на основе отрицательных обратных связей, безусловно, работает. Но эта работа относится главным образом к внутреннему регулированию и целиком его далеко не исчерпывает. Внутренняя работа живой системы не ограничивается гомеостазом. Все сказанное не дает ответа на вопрос об участии оценки внутреннего состояния в управлении внутренней работой, выходящей за рамки гомеостаза.

Иные схемы управления, постепенный отход от автоматизма и необходимость внешнего восприятия и мышления возникают при решении задач поведения. Именно по отношению к таким задачам особенно важно и интересно ставить телеологические вопросы – как возникают цели и как они достигаются.

Основная идея Винера, состоящая в том, что целенаправленность целиком сводится к управлению по отклонению и отрицательным обратным связям применительно к задачам поведения животных явно недостаточна. Недостаточна она и по отношению к “поведению” растений. Под поведением здесь имеется в виду направленный рост стеблей, расположение и ориентация листьев, направленный рост корней, фотосинтез, обменные процессы со средой.

Растения, так же как и простейшие животные, в своем поведении решают одноэкстремальные градиентные задачи (тропизмы растений). Эти задачи решаются не с отрицательной обратной связью, а с положительной обратной связью по поступающей из среды контактной информации о каком то целевом параметре. Достигаемая в среде цель соответствует определенной потребности организма. Эти цели вырабатываются эволюционно и задаются генетически. Также генетически у простейших и растений задается и способ достижения цели.

Целенаправленность поведения.

Как уже отмечалось, в кибернетической традиции задачи внешнего поведения живых систем часто рассматривались, а иногда и сейчас рассматриваются, по следующей простой схеме: живая система путем управления (поведения) стремится удержать оптимальное по каким либо собственным критериям состояние, отклонение от которого происходит при воздействиях, поступающих на систему из среды. При этом причина поведения - воздействие, изменяющее состояние, находится вне системы, а цель - восстановление состояния – внутри. Среда при этом вредит системе. То есть, целенаправленность внешнего поведения живых организмов часто сводят к схеме гомеостаза. Однако, достаточно ясно, что схема гомеостаза касается только одного частного аспекта поведения и для полного объяснения внешнего поведения живых организмов не подходит.

Иногда, в дополнение к гомеостазу говорят, что поведение живых организмов направлено на уравнивание со средой. При этом что такое конкретно означает этот введенный Павловым термин по сути не уточняется. Говорят и о поддержании устойчивости за счет выработки сохраняющих реакций на внешние возмущения. Говоря о принципах и закономерностях внешнего поведения живых организмов, часто ссылаются и на теорию функциональных систем П.К.Анохина (см. ниже).

И все же, полной конкретной и тем более формальной теории внешнего поведения в биологии нет. Биологи часто называют теорией качественное описание, включающее, как правило, квадратики с входящими в них и выходящими из них стрелочками.

Качественные теории, конечно, имеют право на существование и могут быть полезны для общего понимания описываемых явлений и проблем. Качественной является и теория функциональных систем П.К.Анохина. Поскольку на теорию функциональных систем очень часто ссылаются необходимо рассмотреть основные моменты этой теории.

П.К. Анохин говорит о функциональной системе как об оперативно складывающейся совокупности взаимодействующих функциональных подсистем и о результате, как о системообразующем факторе. При этом, естественно, возникают вопросы: как выделяются функциональные подсистемы, как организуется взаимодействие выделенных функциональных подсистем, направленное на достижение результата, и основной вопрос – как формируется требуемый результат и как он представляется в нервной системе. Это относится как к общему результату, планируемому при целесообразном поведении, так и к конкретному результату отдельного поведенческого акта.

Теория функциональных систем П.К.Анохина не является конструктивной теорией поведения, не только потому, что она не отвечает на приведенные выше вопросы, но и поскольку она, более или менее конкретно, касается только отдельного поведенческого акта. Главная часть схемы функциональной системы это блок акцептора конкретного действия. Другая важная часть – блок афферентного синтеза представлена в ней как черный ящик, т.е. все тот же квадратик с входящими и выходящими стрелочками. Ничего не говорится даже на качественном уровне не только о принципах выбора и фиксации доминирующих мотиваций, но и о принципах выбора конкретного действия. Говорится лишь о направленности всего на достижение конечного приспособительного эффекта. При этом, как и во многих других теориях, что такое конечный приспособительный эффект либо точно не определяется, либо сводится к проблеме поддержания постоянства параметров внутренней среды организма и, в конечном счете, к все той же идее гомеостаза.

Основные задачи, определяющиеся принципами организации живой материи, должны рассматриваться по схеме, направленной на конкретные цели выживания и в то же время принципиально отличающейся от схемы гомеостаза: причина поведения – снижение уровня неравновесия и свободной энергии находится внутри системы. Поддержание уровня неравновесия это общая цель живой системы. Конкретные цели поведения – ситуации, необходимые для поддержания неравновесия путем удовлетворения потребностей, находятся вне системы - в среде.

В соответствии с этой схемой в [14,15] была рассмотрена упрощенная формальная модель поведения и высказано предположение, что поведение животных подчиняется **принципу оптимальности $\max T$** . Этот принцип состоит в максимизации времени пребывания неустойчивой системы внутри области допустимых значений регулируемых переменных.

Особенности формальной модели состоят в том, что без специальных управляющих действий переменные непрерывно монотонно изменяются (увеличиваются), приближаясь к границе области допустимых значений. Возможности управляющих действий по изменению (уменьшению) регулируемых переменных альтернативны. На каждом шаге управления уменьшается только одна из переменных, т.е. постоянно решается задача выбора текущей цели поведения.

Применительно к поведению животных принимается, что регулируемые переменные это величины первичных физиологических и вторичных потребностей организма. Большую часть вторичных потребностей, в первую очередь потребностей человека, можно условно назвать социальными, поскольку они в основном связаны с совместной работой и групповым способом существования. (Вторичные потребности есть и у животных). Кроме того существуют разные вторичные потребности, эксплуатирующие эмоциональный центр и искусственно направленные просто на получение положительных эмоций (удовольствия).

Альтернативные действия обеспечивают достижение разных ситуаций в среде, необходимых для удовлетворения потребностей.

На основе приведенной логической схемы упрощенной формальной модели поведения и принципа $\max T$ можно интерпретировать как общее понятие - полезный приспособительный эффект, так и такие понятия, как общий результат линии поведения, или конкретный результат действия.

При решении задачи, соответствующей формальной модели поведения, с введением определенных конкретизирующих ограничений, было получено правило выбора управляющего действия (удовлетворяемой потребности): максимизация времени пребывания неустойчивой системы внутри области допустимых значений регулируемых параметров – $\max T$ достигается при

$\max(X, V)$ на каждом оцениваемом шаге поведения,
где X -потребность, а V -скорость удовлетворения потребности,
или $\max(m, V)$, где $m=kX$ - мотивация. [14,15]

Это локальное правило принятия решения в ситуации выбора при некоторых формальных допущениях совпадает с результатами Н.В. Асмаяна и Г.А. Голицына, полученными ими в экспериментах на собаках [3]. Как общие представления, так и решение задачи, соответствующей упрощенной формальной модели поведения, приводят к выводу, что “конечный приспособительный эффект” нормального приспособительного поведения это $\max T$, а общий результат поведения и частные результаты конкретных действий формируются с учетом принципа $\max T$ на основе управляющих поведением эмоциональных оценок.

Локальное правило управления может работать только в градиентных одноэкстремальных задачах. Именно такой является задача управления, соответствующая упрощенной формальной модели поведения. Такой же является и задача, решаемая животными в экспериментах Н.В. Асмаяна и Г.А. Голицына [3].

Реальная задача поведения, как правило, одноэкстремальной не является. Использование локального правила принятия решения в многоэкстремальных задачах реального поведения животных и человека становится возможным только за счет построения в мозге при обучении многоуровневой иерархической модели среды. На верхних уровнях этой модели отражаются укрупненные одношаговые переходы из текущих ситуаций в целевые. При одношаговых переходах в целевые ситуации многоэкстремальности возникнуть не может. Именно на иерархических уровнях модели среды с использованием укрупнений и обобщений решается задача управления поведением в многоэкстремальной среде.

Проекции одношаговых переходов на более конкретные уровни модели порождают сначала укрупненные планы, которые в свою очередь конкретизируются при переходе на более низкие уровни иерархии вплоть до конкретных действий. (Более подробно это рассматривается в [16] и ниже в разделе 3 при описании режима практического или поведенческого мышления.)

Таким образом, у животных постоянная необходимость поддержания неравновесия формирует поведенческие потребности и соответствующие им мотивации. Из текущих мотиваций с учетом существующих возможностей поведения в соответствии с принципом $\max T$ выбирается одна. Эта мотивация согласно принципу доминанты А.А. Ухтомского [13] становится доминирующей. Доминанта задает и фиксирует цель, общее направление поведения и формирует по модели среды конкретные цели (результаты) внешнего поведения разных уровней укрупнения.

Из всего этого следует, что основная цель поведения это не требование возврата в какое-то состояния, а напротив достижение нового целевого состояния взаимодействия со средой. При

этом на уровне внешнего поведения достижение целевых ситуаций, как в одноэкстремальных, так тем более в многоэкстремальных задачах, отрицательными обратными связями не обеспечивается.

Все цели живой системы могут достигаться только при помощи постоянной направленной работы, т.е. активности. Еще раз отметим часто кажущийся неразрешимым принципиальный вопрос - *что заставляет живую систему быть активной?* Активность это действия системы, инициируемые не извне, а ее собственными внутренними целями и причинами. Живая система по определению это неравновесная активная самоорганизующаяся система, постоянно поддерживающая свое неравновесие, т.е. существование. Это достигается путем внутренней и внешней работы. Таким образом, живая система активна по определению. Остается вопрос: *как конкретное выражение активности генетически задается и постоянно поддерживается?*

Итак, пусть в текущей ситуации в соответствии с принципом максТ выбрана требующая удовлетворения потребность и соответствующая ей мотивация и зафиксирована соответствующая доминанта, включающая одношаговый переход по модели и целевую ситуацию. Далее по модели выбираются и выполняются реальные действия, направленные на достижение промежуточных и целевой ситуаций. При этом выполняется как умозрительная работа на модели, так и реальные внешние действия. Уже ставился вопрос:

Что является движущей силой этой внутренней и внешней работы?

Приводившийся выше ответ на этот вопрос – оценка собственного состояния, т.е. эмоциональные оценки или их какой-то первичный эквивалент. Мы довольно много говорим ниже об эмоциях и все же ответ на поставленный вопрос требует значительной конструктивной конкретизации.

Активность и целенаправленность проявляется не только во внутренней и внешней работе живых систем. Не менее четко эти свойства живого проявляются в работе головного мозга в процессе мышления. По-видимому, к ответу на поставленный выше вопрос полезно идти и от рассмотрения процесса мышления и механизмов работы головного мозга. К этому вопросу мы еще вернемся в разделе 3.

2.3. Эволюция жизни

2.3.1. О теории эволюции

Принципиальными важными и необходимыми свойствами устойчиво существующей жизни являются смерть и предшествующее смерти создание измененных копий с передачей свойств индивидуумов потомкам. Потому передаются не смешиваемые свойства, каждое от одного из двух родителей с возможным наложением на эти свойства случайных изменений (мутаций). Таким образом, потомки не являются полными копиями родителей. Вследствие этого, жизнь с момента своего зарождения имеет возможность изменения и реально непрерывно изменялась. Закономерны ли эти изменения, являются ли они необходимыми, последовательными и прогрессивными и, если изменения необходимы, закономерны и прогрессивны, то чем они направляются и какую цель преследуют? Что применительно к живым системам означает термин прогрессивность?

Результаты палеонтологии говорят о том, что в истории Земли последовательно возникали новые, главным образом все более сложные виды живых существ. Сейчас на Земле порядка 10 миллионов видов (около 30 миллионов видов вымерло). Развитие жизни, увеличение ее общей массы на Земле, возникновение и развитие все более сложных форм (видов) называется эволюцией.

Существует ли теория эволюции? Целостная законченная теория должна объяснять все наблюдаемые факты. Такой теории эволюции, к сожалению, пока еще нет. Основной ствол общепринятой теории эволюции это теория Дарвина, к которой добавляется генетика. Это

называется синтетической теорией эволюции. Следует отметить, что существует различная критика теории Дарвина и, соответственно, много различных ответвлений от основного ствола. Однако, ни теория Дарвина, ни другие варианты теории эволюции всех фактов, касающихся изменения и развития жизни, не объясняют.

Синтетическая теория эволюции, т.е. теория Дарвина в сочетании с генетикой, имеет те же недостатки, что и исходная теория Дарвина, к которой генетика ничего существенно важного, в общем смысле, не добавляет. Теория Дарвина говорит о том, что эволюция основывается на изменчивости, наследовании и отборе в процессе борьбы за существование. Генетика, ничего принципиального не добавляя к общим принципам теории, лишь расшифровывает биологические механизмы изменчивости и наследования свойств. Это не только не снимает общие недостатки теории эволюции, а напротив часто дает возможность для ее определенной более конкретной критики, например, возникает вопрос о необходимости для эффективной эволюции иерархической генетической памяти [13].

Синтетическая теория эволюции вводит следующие основные постулаты о свойствах процесса эволюции:

- изменчивость и наследуемость;
- случайный характер изменений (мутаций) зародышевых клеток;
- постоянство скорости мутирования;
- рекомбинационный процесс получения новых свойств;
- постепенное возникновение больших изменений путем накопления и суммирования мелких;
- отбор на каждом шаге эволюции (в том числе с необходимостью и отбор мельчайших изменений) на основе борьбы за существование, включая межвидовую и внутривидовую борьбу.

Исходная идея эволюции по Дарвину основывалась на теории Мальтуса о перенаселении Земли, нехватке ресурсов на всех и неизбежности борьбы и войн. В 1859 году Ч. Дарвин опубликовал свой знаменитый труд: «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение избранных рас в борьбе за жизнь». Вторая часть названия о сохранении избранных рас в борьбе за жизнь при цитировании, как правило, опускается, либо, в крайнем случае, слово раса заменяется словом порода. По Дарвину материал для эволюции поставляют победители в борьбе за существование. Зачем победителям продолжать улучшаться, т.е. эволюционировать непонятно.

В отличие от этого по Э.С. Бауэру [5] материал для эволюции поставляют не победители, а побежденные. У победителя все в порядке и ему, в отличие от побежденных, ничего не нужно менять. Экспериментально подтверждается, что мутации (изменения) зародышевых клеток усиливаются в экстремальных ситуациях – при повреждениях живого организма, радиационном облучении, высокой температуре окружающей среды. Бауэр говорит, что усиление мутаций происходит при приближении организма к границе области биологической адаптации и, тем более, при выходе за эту границу. Можно предположить, что приближение живой системы к границе области биологической адаптации определяется по оценке своего внутреннего состояния.

Таким образом, по Бауэру движущей силой эволюции является не конкуренция, борьба и отбор, а необходимость сохранения жизни, т.е. поддержания неравновесия, при изменяющихся и ухудшающихся условиях существования. Отбор имеет вспомогательную, главным образом стабилизирующую роль. Условия существования определяет среда, причем как ее не живая, так и живая составляющие.

Теорию Дарвина критикуют за то, что она не объясняет темпы эволюции, скачки эволюции, постепенное создание биологических механизмов неснижаемой сложности, создание органов, пошаговая оценка которых в процессе эволюции многоэкстремальна,

создание сходных эволюционных результатов в родственных, но разных ветвях эволюции, прогрессивность эволюции. Соответственно, существуют различные частные теории, направленные на объяснение тех или иных особенностей эволюционного процесса. Объясняющей все полной теории эволюции нет. В том числе не объясняет всего и теория Э.С.Бауэра.

2.3.2. Прогрессивная эволюция

Отдельный важный вопрос - *имеет ли эволюция какую-то постоянную направленность, или является процессом, целиком основанном на случайностях?* Вероятно, имеет. В противном случае объяснение достигнутых эволюцией результатов встречает серьезные затруднения. При этом трудно объяснить не только скорость и сам ход эволюции, но и некоторые качественные составляющие достигнутых результатов. Если направленность существует, то важно понять вносится ли она каким-то образом извне, или является внутренним свойством и особенностью живой системы. Дарвиновское сохранение избранных рас в борьбе за жизнь трудно принять за направленность прогрессивной эволюции.

Прогресс в эволюции жизни очевиден. Жизнь становится все более сложно организованной, лучше приспособленной к разнообразной среде, более устойчивой. При этом представляется очевидным, что “цель” и направление эволюции не должны навязываться жизни извне. Они должны возникать как следствие общих принципов организации живой материи.

Как зафиксировать прогресс, основываясь на данных палеонтологии, и как оценить прогресс количественно? Часто с прогрессивной эволюцией связывают просто увеличение сложности живых систем. Однако, критерий сложность не конкретен и количественно оценить сложность и тем более сложность живого организма в общем случае нельзя. Кроме того вообще не ясно зачем живым организмам нужно усложняться. Для приспособления к среде живым организмам в каких-то случаях было бы полезно не усложняться, а наоборот упрощаться. Кстати, в природе это иногда делается.

Иногда живую систему называют информационной машиной и говорят, что общая цель жизни это увеличение и сохранение информации. Ни увеличение, ни сохранение информации само по себе смысла не имеют без постановки вопроса: о чем. Т.е. всегда необходимо выделение одного из огромного множества возможных информационных срезов. Имеет смысл только информация о чем-то. В нашем случае смысл имеет информация об организации живой системы.

Таким образом, организация первична, а сохраняемая и передаваемая потомству генетическая информация об организации вторична. С учетом этого прогресс конечно можно сопоставлять с количеством и ценностью передаваемой потомству необходимой для жизни и развития информации, однако сама по себе информация целью эволюции не является. Кроме того, способа измерения количества и ценности генетической информации нет.

Прогресс естественной эволюции жизни можно связывать с константой Рубнера, оценивающей удельный термодинамический потенциал или удельный уровень неравновесности живой материи (живого организма). Константа Рубнера определяется по количеству энергии, выделяемой (производимой) живым организмом за время жизни и отнесенной к единице массы. Эта величина у человека в 3-5 раз больше, чем у собаки, кошки, лошади.

По аналогии, один из способов количественной оценки прогресса на уровне цивилизации это измерение средней суммарной величины энергии, расходуемой обществом (племенем, государством, человечеством) в единицу времени и отнесенной к одному человеку. Эта величина в определенном смысле сходна с константой Рубнера.

Итак, как бы не оценивался и измерялся прогресс, остается вопрос: в чем причина и движущая сила прогрессивной эволюции? Если не стоять на позициях витализма, естественно

считать, что сама по себе прогрессивность, в чем бы она ни состояла и каким бы способом она ни оценивалась, не является непосредственной внешней целью эволюции.

Сделаем следующее предположение. Источник и движущая сила прогрессивного эволюционного развития не задаются извне, а являются внутренним следствием единства и борьбы противоположностей – следствием единства и борьбы между внутренней и внешней работой живых систем.

Внешняя работа поставляет живой системе из среды материалы и энергию, необходимые для внутренней работы. Внутренней работой создается собственная свободная структурная энергия живой системы. При этом внешняя работа тратит структурную энергию живой системы, разрушая результат внутренней работы. Одновременно внутренняя работа тратит результаты как собственной, так и внешней работы. И та и другая работа имеют только непрерывные текущие цели, не имея финальных. При этом просматривается схема положительной обратной связи. Чем больше требуется внешняя работа, тем больше требуется внутренняя, а чем больше требуется внутренняя работа, тем больше требуется внешняя.

Постоянно возникающий дефицит то внутренней, то внешней работы может приводить к достижению живой системой границы биологической адаптации. Это в свою очередь в соответствии с теорией Э.С. Бауэра [5] приводит к увеличению интенсивности мутаций зародышевых клеток.

Однако, простой схемы регулирования с обратной связью здесь нет, поскольку в схему включены случайные мутации, большое число отдельных особей и передача новых свойств не непосредственно, а с задержкой через поколения.

Итак, можно ли говорить о целенаправленности прогрессивной эволюции? Я думаю, что задаваемой извне цели нет. Есть общая изначальная цель, возникшая и существующая как сущность живой материи. Эта цель – активное самосохранение жизни. Увеличение сложности и организованности, приводящие к увеличению внешней и внутренней работы живой системы это не цель, а результат. Точно так же не является целью само по себе увеличение удельного термодинамического потенциала или константы Рубнера. Не является целью сохранение и увеличение передаваемой потомству информации об организации живой системы.

Общей направленностью прогрессивной эволюции можно считать повышение эффективности активной самоорганизации. Это достигается увеличением удельного термодинамического потенциала живой материи и расширением возможностей взаимодействия со средой на основе увеличения информации о среде и увеличения внешней и внутренней работы. Это приводит к повышению устойчивости и вероятности сохранения жизни, причем не индивидуальной жизни, а жизни в целом.

В то же время можно говорить не только об общей направленности процесса эволюции, но и о направленности локальных эволюционных изменений отдельного организма. Прежде чем говорить об этом остановимся на основных представлениях об устройстве и работе генетической информации.

2.3.3. Генетическая информация

Основная часть информации о себе как организме зафиксирована в геноме. Генетическая информация есть у всех живых организмов. По этой информации осуществляется управление микропроцессами в клетках организма и, соответственно, макропроцессами, относящимися к целому организму. Основные зафиксированные генетически свойства живых систем выработаны эволюционно.

Задаваемые геномом свойства управляют не только существованием и развитием живых организмов, но и воспроизведением индивидуальных свойств в потомстве.

Это телесное воспроизведение не является воспроизведением один в один, т.е. копированием, поскольку в нем реализуются свойства, частично идущие от отца и частично от матери, и на все накладываются необходимые для эволюции случайные изменения (мутации).

Считается, что генетический код расшифрован. Это не совсем так. Расшифрован генетический код, относящийся к синтезу белка в клетке и к связи ген – конкретное свойство или функция живого организма. Это еще очень мало. Функционирование сложного целостного живого организма не сводится к списку его конкретных отдельных функций. Живой организм это целостная иерархическая структура, в которой реализуются сложные иерархические системные взаимодействия. Не известно, как генетически задается иерархическая целостность, т.е. возникающие в процессе развития двусторонние связи между частями и целым, причем ни на общем биологическом, ни на функциональном уровне. Не известно, как генетически задаются управляющие параметры огромного количества идущих в клетках химических реакций. Не известно, как генетически задаются используемые в гомеостазе величины регулируемых параметров внутренней среды организма. Не известно, как генетически задается очень многое, относящееся к внешнему поведению и мышлению. Не известно как генетически задаются многие процессы развития и эволюции, в том числе процессы, не объясняемые приобретением и сложением мелких последовательных изменений.

Носитель генетической информации это имеющаяся в зародышевой клетке и передающаяся во все другие клетки организма молекула ДНК, являющаяся у человека цепочкой из 3 миллиардов нуклеотидов. Каждый конкретный нуклеотид может соответствовать одному из четырех возможных вариантов, Три последовательных нуклеотида называются кодоном. Кодон задает синтез конкретной аминокислоты. Последовательность кодонов, т.е. аминокислот определяет синтез белка в каждой клетке. Фиксированный отрезок цепочки нуклеотидов (кодонов) называется ген. С генами связываются свойства и функции организма. При этом роль 97% входящих в ДНК нуклеотидов не известна.

Итак, существует *проблема – полная расшифровка генетического кода*. Представляется, что связь между частью нуклеотидов цепочки ДНК, аминокислотами и синтезируемыми в клетке белками, полностью генетический код не определяют. Проблема расшифровки генетического кода усложняется тем, что значительная часть информации, а может быть и вся информация, записана в ДНК не в декларативном, а в процедурном виде. Кроме того, код это только способ записи информации. Нужно еще прочесть весь записанный этим кодом текст и понять его. Только после этого можно будет говорить о полной расшифровке содержащейся в геноме информации [16].

Полная расшифровка информации, содержащейся в геноме растений и животных и, в частности, человека, это очень большая, очень важная и далеко не решенная пока еще проблема.

Только после достаточно полной расшифровки генетического кода и, соответственно, записанной этим кодом информации, можно будет говорить об эволюционных механизмах, определяющих скачки эволюции, возникновение органов неснижаемой сложности, возникновение органов, функциональные значимости и соответствующие оценки которых в процессе пошаговой эволюции не являются монотонными (градиентными), а напротив многоэкстремальны. Это можно проиллюстрировать, попробовав представить себе последовательный постепенный многошаговый градационный, т.е. связанный с однонаправленными последовательными улучшениями функций, процесс эволюционного превращения ног в крылья. При этом превращении все функции передних конечностей сначала должны ухудшаться и полностью отпасть прежде чем возникнет и начнет улучшаться новая функция перемещения в пространстве. Также трудно в рамках синтетической (дарвиновской) теории эволюции представить процесс постепенного эволюционного роста рогов, начинающийся с не имеющего функционального смысла появления бугорков на черепе.

2.3.4. О возможной локальной направленности эволюционных изменений.

Более или менее очевидно, что существующие результаты эволюции и ее темпы очень трудно, а может быть и невозможно, объяснить слепыми случайными ненаправленными изменениями и естественным отбором. Доказано, что нет наследования полезных свойств, приобретенных отдельным организмом за время жизни. Однако, относительно высокие темпы эволюции могли бы достигаться не слепым случаем, а за счет направленных локальных случайных изменений (мутаций). Может ли быть направленной случайность? Да, может, если управлять случайным процессом направленно и целесообразно ограничивая и локализуя область возможных случайных вариантов.

Целесообразная локальная направленность изменений могла бы возникнуть, если бы случайные мутации происходили не одинаково интенсивно по всей цепочке нуклеотидов молекулы ДНК зародышевой клетки (генов), а были бы более интенсивными в каких-то проблемных местах. Гипотетическое представление о возможности такого процесса имеет очень мало общего с отвергнутой биологами идеей Ламарка о наследовании приобретенных в течение жизни полезных свойств.

Дарвину принадлежит гипотеза пангенеза. По этой гипотезе предполагается, что каждый орган сообщает о своем состоянии половым клеткам. Гипотеза пангенеза на фоне общей критики Ламаркизма также была отвергнута биологами. Однако, последнее время эту почти забытую гипотезу Дарвина начинают вспоминать.

Что могло бы выделять проблемные места организма и передавать соответствующую информацию зародышевым клеткам?

Передача информации от локальной живой структуры к соответствующей специфической части цепочки нуклеотидов (генов) зародышевой клетки экспериментально не выявляется. Нет никаких предположений о каком-то возможном канале передачи такой информации. Правда, из этого не следует, что такая связь отсутствует. Экспериментальное подтверждение существования такой связи в сочетании с усилением случайных мутаций на локальном участке ДНК зародышевой клетки могло бы стать основой для построения гипотезы об эффективном механизме направленной эволюции.

Возможности передачи информации от проблемных участков организма к зародышевым клеткам в некоторой степени соответствуют результаты экспериментов, в которых выявляется повышение интенсивности мутаций зародышевых клеток при радиационном облучении частей тела не содержащих зародышевых клеток.

Таким образом, для объяснения направленных эволюционных изменений может быть полезно представление о связи проблемного звена или функции организма с соответствующим локальным участком цепочки нуклеотидов ДНК зародышевой клетки и с усилением мутаций на этом участке.

Если бы гипотеза пангенеза, т.е. передача информации от органов организма к соответствующим локальным участкам ДНК зародышевой клетки подтвердилась, а также подтвердилось бы предположение о направленном локальном увеличении интенсивности мутаций, то к сказанному выше можно было бы добавить гипотезу о возможной роли эмоциональных оценок. Возможно, что проблемные места могли бы выделять отрицательные эмоциональные оценки, сопровождающие неудачные действия или неудачные взаимодействия со средой. При этом мутации могли бы усиливаться у той части нуклеотидов (генов), которая связана с этими действиями или взаимодействиями. У животных с достаточно развитой нервной системой эмоциональную оценку могут получать не только реально выполняемые действия и реальные ситуации, но также и умозрительно моделируемые. При этом конечно речь может идти не об однозначной локализации мутаций, а лишь о некотором увеличении их вероятностей в проблемных местах.

Эмоциональную оценку могут получать не только конкретные ситуации и действия, но и общее соотношение необходимого (потребности) и возможного, а также приближение системы (организма) к границе биологической адаптации [5], или, что почти то же самое, к границе области допустимых значений регулируемых переменных [14,15]. Однако, в плане влияния эмоций на процесс эволюции можно говорить только о сильных эмоциональных оценках. Связь сильных эмоциональных состояний (стрессов) с увеличением общей интенсивности мутаций подтверждается экспериментально.

Приведенные выше соображения намечают мостик между теориями Дарвина и Ламарка.

Все сказанное приводит к вопросам:

Справедлива ли гипотеза пангенеза и если да, то каков канал передачи информации от органов тела к зародышевым клеткам?

Происходит ли локальное усиление мутаций на отдельных частях ДНК зародышевой клетки?

Усиливаются ли мутации зародышевых клеток при повреждении или нагреве частей тела не содержащих зародышевых клеток?

Усиливаются ли мутации зародышевых клеток при продолжительном голоде?

Каков механизм экспериментально подтверждаемого усиления мутаций зародышевых клеток при радиационном, тепловом или механическом повреждении частей тела?

Каков механизм экспериментально подтверждаемого усиления мутаций зародышевых клеток при эмоциональных стрессах?

2.4. Есть ли в природе общая идея или общий замысел?

Есть ли в природе общая цель и направленность и если есть, то является ли жизнь составляющей в процессе достижения этой цели? Есть ли в природе общая идея и если есть, то участвует ли эта идея в формировании целенаправленности существования и развития живых систем?

Кажется очевидным, что в мире есть гармония, организация и направленные изменения. Многочисленные частные проявления всего этого мы наблюдаем, но не можем составить представление о целом. Тем не менее, хочется думать, что мир это не просто хаос, а есть лежащая в его основе общая идея и организация, ведущие к какому-то “запланированному” результату. Представления такого рода могут объяснить некоторые результаты возникновения и эволюции жизни.

Представление о “запланированных” хотя бы в самом общем виде результатах подкрепляется тем, что в мире существуют принципы оптимальности, обобщающие известные физические законы. Есть принципы оптимальности и в биологии. Эйлеру принадлежит идея о том, что существует и единый принцип оптимальности, объясняющий все в нашем мире. Найти этот принцип пытались многие, но пока еще это никому не удалось. В [14] высказывалось предположение о том, что общий оптимизируемый в природе параметр может быть связан с временем.

Определение единого принципа оптимальности может, в конце концов, приблизить нас к материалистическому объяснению всего, приписываемого Богу. Но конечно не Богу из какой-то существующей религии, отвечающему за судьбы конкретных людей, существующих на микроскопической части Вселенной, а богу Спинозы и Эйнштейна, т.е. чему-то, определяющему общую организацию, гармонию и эволюцию бесконечного мира,

В то же время, не исключено, что познание и полное понимание целесообразной организации вечного и бесконечного мира нам недоступно и такие простые человеческие слова, как “общая идея”, “спланированная организация” и “замысел” на уровне целого мира обычного человеческого смысла не имеют. Возможно, что на этом уровне не имеет обычного смысла и часто используемое слово “творец”.

Различные религиозные и многочисленные философские теории, в конечном счете, создают гипотезы о мире, при описании которых вынужденно оперируют человеческими понятиями и логическими схемами, которые могут быть не адекватны тому, что они должны описывать. Уверенность в адекватности таких описаний устройства мира во многом основывается на нашем врожденном антропоцентризме и на отсутствии основных знаний о целом мире.

И, тем не менее, ничто не запрещает нам делать различные гипотезы. Гипотеза об одной из возможных общих идей природы приведена в [16]. Процессы увеличения и уменьшения энтропии в мире противоположно направлены и конкурентны. Предполагается, что глобальной целью существования и развития жизни и цивилизации как ее следствия может быть повышение уровня общей упорядоченности и организации в мире или какой-то его локальной части (снижение энтропии). Чтобы победить в соревновании процесс организации, т.е. снижения энтропии, в конечном счете, должен быть быстрее процесса дезорганизации, т.е. роста энтропии. Это соответствует предположению о том, что общий параметр оптимизации в природе может быть связан со временем.

Следует отметить, что к биологическому эволюционному упорядочиванию добавляется процесс искусственного упорядочивания, связанный с развитием цивилизации, т.е. науки, технологии, социальной организации, искусства. Правда, этот все ускоряющийся процесс не всегда разумно контролируется и управляется и может иметь точки сингулярности, в которых возможно резкое уменьшение как биологической, так и искусственной упорядоченности вплоть до их полного разрушения.

3. Что такое мышление?

Эта тема сразу порождает много вопросов.

Что такое мышление?

Что такое сознание?

Что такое воля?

Что такое мысль?

Что такое понимание?

Что такое рассуждение?

Что такое творчество?

Как возникает целенаправленность и активность в работе мозга?

Как все это реализуется в мозге и, может быть, могло (или не могло) бы быть реализовано в искусственной модели?

На эти и многие другие связанные с мышлением основные трудные вопросы полных, конструктивных (моделируемых) и точных ответов нет. Нет конструктивных ответов и на многие вопросы второго плана. При этом, полные конструктивные и точные ответы должны, как и в физике, отвечать не только на вопрос “что”, касающийся внешней стороны процесса, но и на вопрос “как”, касающийся его внутренней стороны, т.е. сущности, устройства и порождения.

3.1. Основные внешние задачи, свойства и характеристики мышления

Итак, описывая мышление можно выделять внешние задачи и их специфику, определившую необходимость эволюционного создания адекватных механизмов решения этих задач. Однако, при этом нельзя забывать и более сложную основную проблему, т.е. проблему понимания принципов работы механизмов мышления. Возможно, что именно принципы и механизмы работы живого мозга это как раз и есть то главное, что с

необходимостью определяет и объясняет живое человеческое мышление. Тем ни менее, понимание и описание внешних задач, безусловно, полезно, поскольку это может помочь пониманию механизмов мышления.

Важнейшими этапами эволюционного развития живых организмов стали восприятие среды и поведение. Первоначально простейшие живые системы поддерживали жизнь в прямом контакте со специальной средой. Развитие дистанционного восприятия и средств перемещения (поведения) обеспечили возможность отрыва от фиксированной среды и за счет этого выполнение обменных процессов и повышение их эффективности на основе направленной смены среды. Одновременно решались задачи избегания вредных воздействий среды. Непрерывно развивалась и система управления этими процессами. Параллельное развитие и усложнение восприятия среды, средств поведения и управления привели к эволюционному появлению и последовательному усложнению мозга и мышления.

Реальные как теоретические, так и практические результаты, которые были бы достаточны для того, чтобы стать основой построения полной теории живого мышления и соответственно давали бы ответ на вопрос о возможности построения аналогичных искусственных систем мышления, отсутствуют. Алгоритмический Искусственный интеллект, распознавание образов и формальные нейронные сети проблему понимания и моделирования живого мышления не решают, поскольку, главным образом, ограничиваются рассмотрением внешних задач. Нет полной целостной теории мышления и в биологии.

Итак, для полного понимания мышления нельзя ограничиваться выявлением алгоритмов решения каких-то специфических “умных” задач, нужно выяснить еще и механизмы эффективного решения аналогичных задач в головном мозге. Таким образом, еще раз отметим, что в человеческом мышлении можно выделить внешнюю сторону – специфические решаемые организмом задачи, и внутреннюю – особый эффективный способ их решения в головном мозге.

Кроме того, к внешней стороне процесса человеческого мышления иногда также относят не только решаемые мозгом задачи, но и наблюдаемые “виталистические” внешние свойства и характеристики, проявляющиеся в работе мозга, например, такие как много раз уже отмечавшиеся сознание, воля, активность, целенаправленность, эмоциональные оценки, творческое мышление. Однако, можно ли называть эти наблюдаемые свойства процесса человеческого мышления внешними? Нет, эти свойства являются рабочими инструментами. Важно понять не только то, как эти свойства и характеристики внешне проявляются в процессе мышления, но и то, как они порождаются и работают. (Аналогичные, часто упрощенные “виталистические” проявления характерны и для мышления животных).

Если отмеченные “виталистические” функции иногда упоминаются в контексте проблемы моделирования мышления и даже некоторые из них рассматриваются, но, главным образом, только на внешнем качественном философском уровне, то такие функции, как понимание, смысл, рассуждение, мысль обычно в поле зрения не попадают. Нет никаких конкретных предположений о материальной основе этих функций, о том, как эти функции порождаются и реализуются в мозге. Соответственно, нет представлений о том, как эти функции можно было бы реализовать, или нельзя реализовать, в сети из формальных нейронов. Может быть основной, принципиальный и важный вопрос, который редко ставится и который нельзя обойти:

что такое и как реализуется в мозге мысль?

Понятно, что внешняя сторона мышления, касающаяся решаемых задач, относительно более проста. При этом часто используемые слова алгоритмы, задачи, коды, решение создают неправильные ассоциации с математикой и компьютерными вычислениями. На самом деле нужно представлять, что реализуемое мозгом мышление это особый специфический процесс,

к которому термины из области математики и вычислительной техники можно применять только условно. Мозг решает свои проблемы каким-то особым эффективным способом.

Понимая это можно сказать, что основные решаемые мозгом специфические задачи, характеризующие внешнюю сторону мышления это:

- реализация **активного целенаправленного обучения** и построение информационной системы в виде **активной иерархической модели среды**, обеспечивающей, в частности, сведение многоэкстремальных задач поведения к одноэкстремальным;
- **построение модели среды** включающей иерархии часть целое и общее частное и обеспечивающей процессы анализа-синтеза и индукции-дедукции;
- реализация **активного целенаправленного восприятия**, управляемого с понятийного уровня иерархической модели среды. (перцептивное мышление);
- реализация процесса управления целенаправленным поведением в **многоэкстремальной среде** (поведенческое или практическое мышление);
- создание и использование языка общения и описания, в том числе и формальных языков;
- решение формальных задач;
- решение **творческих** задач.

Отмеченные виды (задачи) мышления служат, главным образом, для управления обучением, восприятием и поведением и являются основными. Краткое описание этих базовых видов мышления приведено в [14,15]. Коротко отмечу главное. Все виды мышления связаны с построением и использованием иерархической модели мира (среды). Модель мира включает модель собственного "Я". Как уже отмечалось, иерархии в модели строятся как по линии часть-целое, так и по линии общее-частное. С использованием модели в мозге разворачиваются следующие процессы:

- управление целенаправленным восприятием среды;
- управление целенаправленным обучением;
- предвидение;
- умозрительное моделирование;
- ассоциации по сходству и по времени;
- умозрительное конструирование;
- формирование и проверка гипотез;
- формирование и сравнение вариантов как реального поведения, так и абстрактных формальных действий;
- сведение многоэкстремальных задач поведения к одноэкстремальным за счет выхода по модели на укрупненные одношаговые переходы между текущей и целевой ситуациями;
- решение репродуктивных творческих задач за счет расширения в модели сферы представления и анализа проблемных ситуаций;
- решение нерепродуктивных созидательных творческих задач.

В основе реализации многих процессов мышления у человека лежит использование словестного представления, т.е. языка. Помимо словестно-логического или понятийного мышления у человека параллельно работают наглядно-действенное и наглядно-образное мышление. Более общим, чем наглядно-действенное и наглядно-образное мышление можно считать перцептивное мышление, опирающееся на результаты восприятия среды разных сенсорных модальностей. Перцептивно-образное мышление в первую очередь характерно для человека. Перцептивно-действенное мышление, основанное на параллельной работе разных органов чувств характерно для животных.

По сравнению со словесно-логическим или понятийным мышлением логические возможности перцептивно-образного мышления ограничены, но оно имеет и свои положительные стороны за счет большего использования эмоциональных оценок. (На этом, в частности, строится как создание, так и восприятие художественных произведений.)

У человека словесно-логическое и перцептивно-образное мышление структурно разделены. Они относятся к разным полушариям мозга, но работают совместно и функционально не делимы. Интересно понять, как это делается.

Отмеченные внешние задачи и процессы мышления представляют большой интерес и в каком-то, чаще всего ограниченном, виде интенсивно и часто успешно исследуются, как на экспериментально-теоретическом уровне, так и на уровне частичного моделирования. При этом принципиальная сложность заключается не только в полном и адекватном представлении и исследовании этих процессов по-отдельности, но и в их совместной целостной организации.

Мозг это целостная система, причем как на структурном, так и на функциональном уровне. С учетом этого при выделении для исследования отдельных функций и подсистем нельзя забывать о целостности. Это в полной мере относится как к способу формирования в мозге информационных структур, так и к способу использования информации в процессе мышления.

3.2. Субъективная целостная иерархическая модель мира

Информация о себе и о среде абсолютно необходима живому организму. В отличие от неживых объектов живой организм без информации о среде существовать не может, т.е. не может выполнять нужные для поддержания жизни внутреннюю и внешнюю работу, также как и выполнять функцию воспроизведения. Необходимая информация содержится в геноме и в нервной системе. Информация о мире и о собственном “Я” как части мира содержится в нервной системе – в головном мозге.

Часто говорят, что в нервной системе, главным образом в коре головного мозга, строится модель среды, отражающая ее устройство и свойства и фиксирующая на разных уровнях укрупнения и обобщения необходимые ситуации положительных взаимодействий организма со средой, возможные отрицательные внешние воздействия и разнообразные связи между ситуациями.

Конечно, без знания и предвидения возможных ситуаций взаимодействия со средой управление внешней работой организма невозможно. Однако, важно понимать, что в мозге строится не только целостная модель среды (мира), но и субъективная модель себя, т.е. модель собственного “Я” как объекта мира со всеми эмоционально оцениваемыми реальными или умозрительно моделируемыми возможными и невозможными взаимодействиями с миром. По-видимому, именно модель собственного Я и является основой процесса мышления.

Называть все это моделью среды было бы неточно. Правильнее называть это индивидуальной субъективной моделью мира конкретного живого организма. Эта субъективная нейронная модель является одновременно содержанием и формой используемой организмом информации. Кроме того субъективная нейронная модель является и инструментом для работы с информацией в процессе всех мыслительных операциях мозга – при контактном и дистанционном восприятии, обучении, управлении поведением, абстрактном мышлении и творчестве.

Таким образом, можно считать, что субъективная нейронная модель мира это особый вид информации, принципиально отличающейся от информации, существующей на каком-то носителе в виде описания, или алгоритма. Тем более, нельзя считать, что информация в мозге в процессе мышления имеет вид передаваемого сообщения. (Это представление идет от Шеннона, поддерживается Винером и относится, вообще говоря, не к теории информации, а к теории связи).

Многие, и в особенности философские, определения информации используют понятие “отражение”. Однако, субъективная нейронная модель мира (среды) ни отражением, ни фотографией не является. Содержащаяся в этой модели информация всегда неполна, неточна,

субъективна и значительно усложнена по сравнению с первичной информацией, поступающей от органов чувств.

Кроме того, нельзя говорить о фиксации в модели поступающей в нее информации. Модель динамична. Идущая от среды информация входит в целостную модель, интерпретируется и изменяется существующей информацией и, в свою очередь, изменяет существующую информацию. Информация в мозге не является каким-то зафиксированным списком или перечнем знаний или сведений. Информация может возникать, в том числе и возникать на время, в процессе мышления в результате взаимодействия смысловых элементов модели.

Процесс получения уже первичной конкретной информации не является пассивным отражением не только потому, что он относится к какому-то выделяемому частному информационному срезу, но еще и потому, что этот процесс, как при восприятии, так и при обучении, всегда активен и целенаправлен.

Для получения информации из среды, мозг формирует какой-то один из огромного количества возможных информационных срезов. Используемый информационный срез определяется текущими задачами организма и, в конечном счете, первичными и вторичными потребностями и формируемыми потребностями доминантами поведения.

Отдельный вопрос – может ли получение информации о среде, т.е. любопытство, быть постоянной независимой потребностью? Скорее всего, нет. Потребность в получении информации вторична по отношению к основным конкретным потребностям организма. Поэтому, гипотетический “Большой искусственный интеллект”, не имеющий физиологических или каких-то специальных потребностей, проявлять чистое любопытство не будет. Любопытство ненаправленным быть не может. Оно всегда должно быть на что-то направлено.

Описанный в [14] эксперимент Аршавского и Ротенберга, якобы свидетельствующий о чистом любопытстве крыс, на самом деле говорит лишь о потребности в гашении очага возбуждения, вызванного сложившейся внешней ситуацией, связанной в модели с обычными потребностями и внешними угрозами.

Для получения информации о среде, как при восприятии, так и при обучении мозг образует гипотезы, идущие навстречу поступающим от органов чувств сенсорным стимулам. Эти гипотезы проверяются на соответствующих этим гипотезам целенаправленно и субъективно выделяемых элементах входной информации. Кроме того, и сами сенсорные образы целенаправленно формируются путем управления органами чувств с понятийного уровня субъективной модели среды.

Таким образом, получение информации о среде не является пассивным отражением, а начиная уже с первичного уровня и тем более на уровне понимания и включения в субъективную нейронную модель, характеризуется *целенаправленностью, активностью и целостностью, а значит и субъективностью*.

Итак, информация, образующая субъективную модель мира, имеет особую форму, особый специфический носитель и не просто передается от объекта к субъекту, а активно создается в мозге человека или в мозге животного в процессе обучения и приобретения субъективного жизненного опыта, в первую очередь, в контакте со средой.

Нейронная модель мира всегда субъективна, не только потому, что используемая при ее построении информация о среде целенаправленно выделяется из среды в рамках гипотезы и ограниченного информационного среза, но и поскольку эта информация о среде интерпретируется и трансформируется на основе уже имеющихся в модели знаний и, в свою очередь, входит как часть в уже имеющуюся *целостную* систему.

Важной особенностью строящейся в мозге модели мира является ее иерархичность как по линии общее-частное, так и по линии часть-целое. Иерархическое построение модели *необходимо* для управления процессами восприятия и обучения, а также для решения многих

абстрактных, в том числе и творческих задач. Иерархическое представление информации необходимо также как для планирования поведения, так и для решения возникающих в процессе поведения многоэкстремальных задач [14,15].

Модель мира обладает целостностью. Иерархии часть-целое и общее-частное не являются в ней отдельными структурами, а объединены в единую информационно-логическую конструкцию.

Понятно, что построение в модели обобщений и укрупнений это не отражение среды, а сложный процесс субъективной переработки существующей в модели и поступающей извне информации. При этом информация может поступать в мозг как непосредственно от органов чувств, так и в виде описаний с использованием формального языка или языка естественного общения.

Нейронная модель мира является не только формой и содержанием информации о мире и о собственном Я, она является еще и инструментом для работы с информацией. На нейронной модели разворачивается активный процесс мышления, включающий предвидение, умозрительное моделирование, умозрительное конструирование, ассоциации по сходству и по времени, интуицию, аналогии и другие процессы, в том числе и процессы творчества.

В построенной в мозге модели мира в процессе мышления не просто актуализируется фрагмент субъективной реальности, соответствующий текущей непосредственно воспринимаемой или мысленно представляемой ситуации. По модели может осуществляться умозрительное расширение этого фрагмента, как в пространстве, так и во времени, ориентированное на существующую потребность, цель, доминанту, решаемую проблему или задачу.

Модель мира, включающая модель “Я”, при бодрствовании непрерывно порождает сознание, в котором не только отражается (высвечивается) фрагмент субъективной реальности. В сознании высвечиваются все текущие мыслительные процессы, результатом которых, например, могут быть рассуждение, понимание, оценка, принятие решения. Кроме того, в модели мира, т.е. в мозге, могут идти не выходящие на уровень сознания интуитивные процессы. Однако, постоянная непрерывная работа сознания это необходимое свойство человеческого мышления. Процесс мышления не идет “в темноте”.

Таким образом, результатом познания мира является строящаяся в мозгу человека информационная модель, не являющаяся прямым отражением мира. Содержание фрагментов этой модели в какой-то форме и в каком-то объеме может быть переносимо на внешний носитель информации в виде описания. Это чаще всего очень не просто и неоднозначно. “Язык” активной нейронной модели и язык описания не имеют ничего общего. При этом получаемое описание теряет свойства модели и служит лишь для запуска нейронной модели читателя. Примеры перевода фрагментов субъективной информационной модели мира писателя в субъективные текстовые описания дают литературные произведения. Формальный перевод нейронной модели в описание в общем случае невыполним.

Обратный формальный перевод, т.е. построение активной модели мира, или какого-то ее фрагмента по описанию, тем более невыполним. Хотя бы потому, что мы не знаем, как устроена нейронная модель мира человека. Частные модели мира отдельных людей могут как-то достраиваться и корректироваться по описаниям при обучении. При этом, построенные каким-то образом по одним и тем же книгам, лекциям и учебникам субъективные модели мира разных людей могут сильно отличаться.

Как устроена и работает субъективная нейронная модель мира?

Для начального и приблизительного ответа нужно конструктивно определить свойства нейронов и нейронной сети, достаточные для модельного или хотя бы умозрительного построения системы с отмеченными свойствами. Как отмечалось выше в первую очередь это иерархичность по линии часть-целое и по линии частное-общее, реализация таких функций как предвидение, умозрительное моделирование, умозрительное конструирование,

управление процессами восприятия, обучения и поведения с понятийного уровня, целостность, целенаправленность, активность, эмоциональные оценки. Нет никаких намёток реализации всего этого в существующих формальных нейронных сетях. Эти проблемы там даже не ставятся. Современная признаковая формальная нейронная сеть это обычно просто конечный автомат, работающий по схеме вход – нейронная сеть – выход.

Нет никаких конструктивных представлений о реализации отмеченных функций и в естественных нейронных сетях. Тем более нет никаких представлений о конкретной реализации таких свойств как сознание и волевое управление действиями и умственной работой. Важнейшими свойствами мозга являются целенаправленность и активность. Рассмотрение этих свойств в каком-то приближении и на более или менее общем уровне приведено ниже. Однако, это еще очень далеко от полного конструктивного моделируемого решения.

Нет конкретных представлений о реализации, как в формальных, так и в естественных нейронных сетях, не только отмеченных выше функций мозга, но и других функций, кажущихся на первый взгляд более простыми. Например:

Как в естественной или формальной нейронной сети могут быть заданы отношения и метрические характеристики?

Без решения этой проблемы построение объединенной иерархии часть-целое и общее-частное невозможно. Отношения, строящиеся на логических функциях “И” и “ИЛИ” недостаточны.

Как на нейронной сети могут задаваться, количественно оцениваться и сравниваться разные понятия, например, такие понятия, как хорошее самочувствие, плохое настроение, скука, веселье и т.п.? Ссылки просто на вербальный уровень не конструктивны и явно недостаточны.

Как на нейронной сети реализуется кратковременная и долговременная память, в том числе и мгновенное длительное запоминание?

Мгновенное формирование памяти о новой информации на нейронном ансамбле, со всеми его взаимосвязями, необходимыми для вхождения в целостную иерархическую многоуровневую модель, сомнительно.

В то же время запоминание чего бы то ни было на одном нейроне не надежно. Кроме того, отдельный нейрон возбуждаясь передает другим нейронам по аксону, разветвляющемуся на сотни коллатералей, всегда одну и ту же простую информацию, а именно, только информацию о своем возбуждении и никакой другой информации передающийся по нервной связи электрический сигнал передавать не может. Одновременно нейрон передает активирующее воздействие на другие нейроны. Информация о том, каким должно быть это воздействие по величине и знаку сосредоточена в синапсах на дендритах нейронов – приемников сигнала.

Тем не менее, существуют предположения, отчасти подкрепляемые некоторыми экспериментами, о том, что в формировании долговременной памяти участвуют не только синаптические проводимости межнейронных связей, но также внутриклеточные генные механизмы и молекулы РНК. Однако, эти предположения еще не выходят на конструктивный (моделируемый) уровень. Так нет никаких предположений о том, как информация может попадать в РНК, как она при этом кодируется и как оттуда передается вовне.

Все сказанное о сетевой нейронной памяти и многое другое ставит под определенное сомнение идущую еще от Хебба [20] нейронно-ансамблевую концепцию памяти и формирования в нервной системе субъективной модели мира. Может быть, эту концепцию нужно и можно дорабатывать до логической полноты и законченности. При этом, по-видимому, к исходной концепции нужно будет добавлять очень многое, имеющее принципиальное значение.

Иногда в качестве добавлений обсуждаются полевые возбуждающие и тормозящие взаимодействия между нейронами, участие в работе с информацией нейроглии, уже упоминавшееся участие ДНК и РНК, либо каких-то других микро-элементов нервной клетки (например, тубулинов). Однако, все это пока еще конструктивно не рассматривается и остается на очень общем неконкретном уровне. При этом никакой логически законченной и конструктивной альтернативы нейронно-ансамблевой концепции нет.

Идущая от Хартли, Шеннона и Винера существующая математическая теория информации это в действительности теория передачи сообщений по линиям связи. Эту теорию информации часто критикуют за отсутствие в ней семантической составляющей. Если не ограничивать информацию описаниями и передаваемыми сообщениями, то включение в рассмотрение информации в принципиально ином виде, а именно в виде субъективной иерархической модели среды (мира), может привести к созданию семантической теории информации.

Таким образом, исследование принципов построения и работы активной иерархической целостной субъективной модели среды (мира) может стать основой семантической теории информации. Правда, такая семантическая теория информации может и не иметь отдельного статуса, а рассматриваться лишь как раздел теории мышления.

3.3. Целенаправленность и активность в работе мозга.

Как уже говорилось, активность внутренней работы живой системы (ассимиляции и синтеза), внутреннего регулирования (гомеостаза), а также и активность внешней работы (поведения) нужны для существования и являются *необходимым* следствием организации и исходных свойств живого. Постоянная активность всех клеток живого организма направлена на поддержание уровня неравновесия и задана генетически. Постоянная активность внешнего поведения инициируется и направляется постоянно возникающими и нарастающими потребностями, удовлетворение которых, в конечном счете, также направлено на поддержание необходимого уровня неравновесия. Очевидная активность процессов восприятия и обучения инициируется и направляется текущими задачами организма. А чем инициируется и направляется очевидная активность процессов мышления? В чем причина постоянной активности (возбуждения) нейронов, причем не только в процессе мышления, но и в полном покое, когда нет никаких решаемых задач, и даже во сне?

Основная рабочая активность головного мозга проявляется при, решении задач внешнего поведения, восприятия и обучения. При этом для того, чтобы говорить об активности процесса мышления нужно определить, как внешние задачи становятся внутренними задачами мозга.

В соответствии с теорией доминант А.А. Ухтомского [12] каждой выбранной для удовлетворения доминантной потребности соответствует возникающий и фиксирующийся в нейронной сети конкретный доминантный очаг возбуждения - один или несколько постоянно активированных нейронных ансамблей. Погасить такой очаг возбуждения можно только удовлетворив потребность, вызвавшую очаг возбуждения. Кроме связанных с потребностями более или менее продолжительных доминантных очагов возбуждения в нейронной сети возникают и временные очаги возбуждения в процессе планирования или выполнения плана поведения, в процессе восприятия и обучения и просто в процессе абстрактного мышления. Очаги возбуждения соответствуют как долговременным, так и оперативно возникающим текущим целям.

Существование в нейронной сети очага возбуждения сопровождается сначала слабой, но усиливающейся со временем отрицательной эмоциональной оценкой. Гашение очага возбуждения вызывает положительную эмоциональную оценку. Можно вспомнить удовольствие, сопровождающее завершение трудной работы. Большой положительный

эмоциональный всплеск происходит у автора при завершении работы по созданию художественного произведения.

Возникающий в мозге доминантный очаг возбуждения формирует потребность его гашения. Эта потребность по своим внешним характеристикам не отличается от других физиологических потребностей. Таким образом, лежащие в основе активности эмоциональные оценки управляют не только внешним поведением, но и работой мозга. При этом управляемый эмоциональными оценками мыслительный процесс, направленный на гашение очагов возбуждения, одновременно решает задачи внешнего поведения. Так внешние задачи становятся внутренними задачами мозга. При этом возникает ряд вопросов. Почему и каким образом возбуждение нейронов, входящих в ансамбль, соответствующий очагу возбуждения, сопровождается эмоциональной оценкой. Как и почему возникает потребность в гашении очага возбуждения? Какие отрицательные изменения, требующие активных мыслительных действий, возникают и усиливаются в мозге при возникновении очага возбуждения? Какие положительные изменения возникают в мозге при гашении очага возбуждения?

Итак, доминантный очаг возбуждения вызывает активный процесс мышления, направленный на гашение очага возбуждения путем удовлетворения потребности. Общая схема этого процесса применительно к внешнему поведению приводится ниже в 3.6. Однако, как уже отмечалось, мозг активен и тогда, когда он не занят решением каких-то внешних задач, а находится в состоянии полного отдыха, т.е. “на холостом ходу”. В этом случае в мозге постоянно идет свободный поток сознания, направление которого может переключаться воспоминаниями, внешними событиями и волевыми усилиями. Мозг работает и во сне – нейроны постоянно возбуждаются, что фиксируется как электроэнцефалограммой, так и прямой регистрацией импульсов возбуждения. Таким образом, нейроны мозга постоянно активны и регулярно возбуждаются как в составе нейронных ансамблей, так и независимо от ансамблей. На что направлена эта постоянная работа? В чем польза и необходимость этой работы (активности) для организма в целом и для мозга в частности?

Активность нервной клетки имеет относительно простое объяснение. Все клетки живого организма активны. Эта активность проявляется в непрерывной внутренней работе, которая, главным образом, направлена на поддержание уровня свободной энергии или уровня неравновесия. В нервной клетке, как и во всех клетках организма, есть молекулы ДНК и РНК, идет большое количество химических реакций, идут обменные процессы ассимиляции и диссимиляции, выполняется синтез аминокислот и белка, а также работают ионные насосы, создающие разность потенциалов на мембране клетки, т.е. создающие энергию, или неравновесие.

Для выполнения внутренней работы клетке нужна энергия. При возбуждении (разряде) нейрона часть выделяемой энергии используется для поддержания внутренней работы, а другая часть для передачи электрических сигналов, идущих к другим нейронам. Таким образом, разряд нейрона в первую очередь необходим самому нейрону. Нейрон возбуждается при приходе на его входы возбуждений от других нейронов или рецепторов. Таким образом, нейронам для поддержания необходимого уровня неравновесия необходимо возбуждаться, а для возбуждений нейронов необходимо их взаимодействие.

Все это в общих чертах похоже на то, что постулируется гипотезой Емельянова – Ярославского [11], в упрощенном виде приведенной в [15,16]. Автором гипотезы утверждается, что она полностью объясняет работу мозга, в том числе и работу мозга в процессе мышления. Суть гипотезы применительно к моделирующему нейронную сеть программному автомату состоит в следующем. Нейрон имеет параметр, соответствующий его функциональному состоянию. Этот параметр - Q возрастает при каждом срабатывании нейрона и уменьшается, когда нейрон не работает. Существует оптимальное значение Q_{opt} .

Функциональное состояние нейрона может поддерживаться на оптимальном уровне только при постоянных возбуждениях нейрона с оптимальной частотой.

Таким образом, для поддержания значения Q на оптимальном уровне на нейрон должны приходиться возбуждающие воздействия от других нейронов (взаимосодействие), или от рецепторов. На нейроне осуществляется алгебраическое пространственное и временное суммирование приходящих на него возбуждающих и тормозящих воздействий. Параметр Q нейрона входит в функциональные зависимости, определяющие изменение величин синаптических проводимостей связей, образование и рост новых связей, а также изменение порога срабатывания нейрона.

Этих свойств оказалось достаточно для первичной самоорганизации нейронной сети, и для возникновения в сети устойчивого режима распространения автоволн возбуждения. При этом значения Q всех нейронов поддерживались вблизи оптимального уровня. Этот режим моделирует сон. Соответствующие программные эксперименты описаны в [7,8,15,17]. Постоянное возбуждение каких-то нейронов сети интерпретировалось как очаг возбуждения. Возникший очаг возбуждения срывал режим авторегулирования. При этом параметры Q всех нейронов отклонялись от оптимальных значений. Предполагалось, что такая ситуация должна вызывать потребность в гашении очага возбуждения и в восстановлении режима первичной саморегуляции.

Кроме авторегуляции введенные свойства обеспечивали образование ансамблей памяти. При приходящих на нейронную сеть внешних информационных воздействиях, одновременно возбуждающих какую-то группу нейронов, эти нейроны объединялись взаимовозбуждающими связями и образовывали ансамбль. Такой нейронный ансамбль это память регулярного внешнего воздействия. (Достаточных конструктивных представлений о том, как образуются нейронные ансамбли, соответствующие смысловым элементам иерархической модели среды, не связанным напрямую с внешним воздействием, нет ни в теории Емельянова-Ярославского, ни в каких-либо других теориях).

Образование нейронных ансамблей памяти в экспериментах создавало проблемы. Во-первых, ансамбли памяти с их сильными взаимовозбуждающими связями и с существующими связями с другими нейронами сети мешали равномерному режиму авторегуляции. Во-вторых, нейроны ансамбля памяти должны участвовать в режиме авторегуляции, т.е. их функциональные состояния тоже должны оптимизироваться во сне, и при этом ансамбль не должен разрушаться. Устойчивое экспериментальное решение этих проблем получено не было. Вариант решения проблемы “сон - память” приведен в [16], где описана гипотеза о двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением. Несколько модифицированный вариант приводится ниже.

Выше приведено довольно приблизительное, значительно сокращенное, дополненное и несколько откорректированное описание основной базовой гипотезы Емельянова - Ярославского, но представляется, что основная идея, а именно существование эмоционально оцениваемого функционального состояния нейронов, изменяющегося в зависимости от интенсивности их работы, и необходимость постоянной совместной активности нейронов для поддержания функционального состояния на оптимальном уровне, в этой интерпретации сохраняется. Сохраняется и представление о влиянии очагов возбуждения на функциональное состояние сети и о возникновении потребности в их гашении. При этом опущены очень многие гипотетические частные механизмы, представляющиеся необязательными, а часто надуманными и спорными.

В приведенной интерпретации не затрагивается также основной рассматриваемый в [11] вопрос об оптимизации питания нейронов. Емельянов-Ярославский не ограничился постулированием наличия оптимальных функциональных состояний нервных клеток. Он поставил вопрос почему Q_{opt} лучше других значений функционального состояния и гипотетически связал значение Q нейрона с коэффициентом полезного действия потребления,

т.е. оптимизируя функциональное состояние нейронная сеть максимизирует питание. Утверждается, что максимизация питания при его ограниченности и есть основная решаемая нейронной сетью задача, а все остальные задачи вторичны. Этому вопросу Емельянов-Ярославский уделяет очень большое внимание, что весьма затрудняет чтение его книги [11].

Ставить вопрос “почему” это всегда хорошо. Однако, гипотеза о максимизации ограниченного питания ничего по сути не объясняет, поскольку возникают другие вопросы почему. Например, почему при Q_{opt} максимизируется коэффициент полезного действия потребления, а также почему параметр Q нервной клетки непрерывно изменяется, а не зафиксирован эволюционно на уровне Q_{opt} . Более естественным представляется связывать изменение параметра функционального состояния не с питанием, а просто с внутренней неустойчивостью и принципом устойчивого неравновесия.

Гипотеза Емельянова – Ярославского не получила ни поддержки, ни понимания. Основная причина этого в том, что автор утверждал о создании им автомата, реализующего все интеллектуальные функции мозга. Показать это ему ни логически, ни экспериментально не удалось. Ни из первичных базовых идей, ни из их последующих модификаций и усложнений интеллектуальность автомата не следует. Для объяснения и моделирования мышления к гипотезе Емельянова - Ярославского нужно добавлять очень многое. Активность является необходимым, но не достаточным свойством мышления.

Кроме того, и сами нейронные механизмы активного автомата можно строить по-разному. Тем не менее, базовая гипотеза Емельянова – Ярославского заслуживает серьезного внимания. Это, насколько мне известно, единственная идея, направленная на объяснение активности механизмов мозга. Правда, активных нейронных автоматов никто пока еще не пытается и даже не собирается разрабатывать. Часто считается, что активность в модели нейронной сети возникнет сама собой. Причем в современных формальных нейронных сетях нет никаких свойств, которые могли бы обеспечить возникновение активности.

3.4. Гипотеза о двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением

Логическая схема, решающая уже отмеченную выше проблему: “сон - память” или “первичная самоорганизация – память”, приведена в [16], где описан вариант двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением. Ниже кратко рассматривается этот вариант и приводится другой, представляющийся более естественным и правдоподобным, вариант организации памяти на двухслойной нейронной сети с обратным возбуждением.

Соответствующие гипотезе Емельянова - Ярославского экспериментальные варианты реализации режима общей регуляции функциональных состояний нейронов на основе распространения равномерных волн возбуждения в нейронной сети описаны в [7], [8], [11] и [17]. Первичная самоорганизация сети в экспериментах происходит автоматически на основе вводимых свойств нейронов и состоит в возникновении связей между нейронами и поддержании величин их синаптических проводимостей на уровне, необходимом для поддержания режима авторегуляции. Приход внешних возбуждающих воздействий на сеть, при котором одновременно возбуждалась какая-то группа нейронов, нарушал этот режим и при этом либо создавался новый ансамбль нейронов с взаимными возбуждающими связями (память), либо активировался существующий ансамбль. При снятии внешних возбуждающих воздействий и восстановлении в сети режима общей авторегуляции в экспериментах возникали две уже отмеченные выше проблемы.

Во-первых, по общей принятой логике нейроны существующих ансамблей должны были участвовать в процессе общей регуляции, т.е. возбуждаться и затормаживаться при распространении по нейронной сети автоволн и при этом ансамбль как целое работать не должен, иначе эта работа будет мешать общему режиму равномерного распространения волн возбуждения. Во-вторых, режим общей регуляции функциональных состояний не должен

стирать следы памяти, т.е. изменять величины синаптических проводимостей связей между нейронами ансамбля.

И то и другое оказалось проблематичным. Устойчивое экспериментальное решение проблемы длительного сохранения следов памяти (нейронных ансамблей), не разрушающих режим авторегуляции и не разрушающихся этим режимом, получено не было [8,17]. Радикальное решение этих проблем может быть получено в нейронной сети с возвратным возбуждением.

Вариант решения может дать гипотетическое представление о том, что смысловая единица в нейронной сети это не просто однослойный нейронный ансамбль, образованный приходящим на нейронную сеть регулярным внешним воздействием, а двухслойная структура, в которой к нейронам основного ассоциативного слоя добавляются расположенные в смежном нейронном слое интернейроны возвратного возбуждения и возвратного торможения.

Предполагается, что ассоциативные нейроны ансамбля возбуждаясь возбуждают связанные с ансамблем интернейроны, которые возбуждаясь передают возбуждение на ассоциативные нейроны ансамбля. Эти связи образуются при обучении (а может быть и во сне). Можно предположить, что при разлитом торможении во время сна блокируется передача возбуждений между слоем ассоциативных нейронов и слоем интернейронов обратного возбуждения. Причем, прерывается передача возбуждений в обе стороны. Предположений о том, как это может делаться нет. И.П. Павлов считал, что разлитое торможение во время сна, это важная задача нейрофизиологии. (Как вариант можно предположить, что блокирование передачи возбуждений между слоями нейронов происходит не блокированием передачи сигналов по связям, а распространением по слою интернейронов какого-то непонятного поля торможения.)

В первом гипотетическом варианте [16] предполагается, что внутри нейронного ансамбля специальные прямые взаимовозбуждающие связи между нейронами основного ассоциативного слоя при обучении не образуются. При этом, необходимые для выделения ансамбля положительные обратные связи между его нейронами, реализуются только через интернейроны обратного возбуждения. В этом случае если заблокирована передача возбуждающих воздействий между нейронами ассоциативного слоя и слоя интернейронов, все нейронные ансамбли как целостные единицы не возбуждаются, а регулирующие оптимальные состояния нейронов распространение автоволн возбуждения в ассоциативном слое и в слое интернейронов во время сна может проходить равномерно, так, как будто ансамблей нет.

Синхронное возбуждение нейронов ансамбля с участием возбуждающих интернейронов, т.е. работа ансамбля как целостной единицы, будет приводить к нарушению процесса распространения волн возбуждения в основном слое нейронов и, тем самым, к нарушению процесса общей авторегуляции. Можно предположить, что это и происходит при внешнем возбуждении, при образовании очагов возбуждения и просто в процессе мышления, выражающегося, в конечном счете, в последовательном возбуждении логических элементов модели среды, т.е. нейронных ансамблей. Можно также предположить, что тормозящие интернейроны обратного торможения обеспечивают прекращение работы нейронного ансамбля, т.е. гашение очага возбуждения.

Возможны и другие варианты организации двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением. Более реальным, чем приведенный выше представляется следующий вариант. При одновременном возбуждении внешним информационным воздействием группы ассоциативных нейронов между одновременно срабатывающими нейронами возникают новые или усиливаются существующие возбуждающие связи. (Это соответствует и постулатам Хебба и постулатам Емельянова – Ярославского). Одновременно или с задержкой образуются возбуждающие связи, идущие от ассоциативных нейронов к интернейронам

обратного возбуждения, а также возбуждающие связи идущие от интернейронов к ассоциативным нейронам. Возникает ансамбль нейронов, положительные обратные связи между которыми реализуются как напрямую, т.е. в ассоциативном слое, так и через нейроны возвратного возбуждения. При этом ансамбль ассоциативных нейронов, объединенных возбуждающими связями, отдельно от нейронов возвратного возбуждения, т.е. когда взаимовозбуждающие связи между слоями еще не образовались, может рассматриваться как кратковременная память.

Эта память является кратковременной поскольку она мешает режиму авторегуляции функционального состояния нейронной сети и будет уничтожаться этим режимом (во время сна). Этот же ансамбль нейронов, положительные обратные связи в котором реализуются через интернейроны обратного возбуждения, может рассматриваться как долговременная память. Таким образом, долговременная память реализуется в связях между слоями ассоциативных нейронов и интернейронов обратного возбуждения и режимом авторегуляции функциональных состояний не разрушается. При работе долговременной памяти, т.е. при решении мозгом каких-то задач, уничтоженные во время сна возбуждающие связи между нейронами ансамблей ассоциативного слоя будут восстанавливаться долговременной памятью за счет одновременного возбуждения ассоциативных нейронов ансамбля. Восстановление в процессе мышления возбуждающих связей между нейронами ассоциативного слоя, т.е. восстановление кратковременной памяти, может быть необходимо для реализации ассоциативных функций, в частности ассоциаций по сходству.

Таким образом, предполагается, что для нормализации функционального состояния нейронной сети, а также и для формирования долговременной памяти, необходим сон. Существуют два вида сна – быстрый и медленный. Ритмические характеристики быстрого сна не отличаются от ритмов бодрствования. Во время медленного сна регистрируется стабильный высокоамплитудный медленный ритм. Можно предположить, что быстрый сон осуществляет подготовительную работу, предшествующую запуску медленного сна. Эта работа может состоять в формировании связей между нейронными слоями, т.е. в достройке долговременной памяти. Предположений о том, как это делается в нейронной сети нет. Уничтожение кратковременной памяти и “мусора”, накопившегося в ассоциативном слое за время, прошедшее после последнего сна, скорее всего выполняется в первых фазах медленного сна, когда происходит самоорганизация, т.е. восстановление равномерной нейронной сети, обеспечивающее возникновение режима авторегуляции. Основная работа по нормализации функциональных состояний нейронов выполняется во время глубоких фаз медленного сна в режиме высокоамплитудной и относительно медленной ритмической авторегуляции при полном отключении сознания.

К гипотезе обратного возбуждения, формирующего двуслойные нейронные ансамбли, можно добавить следующее. Как возбуждающие и тормозящие горизонтальные связи между ансамблями в пределах одного уровня иерархии модели среды (мира), так и вертикальные связи между ансамблями разных уровней модели, могут тоже реализовываться через интернейроны или промежуточные нейроны. Такая организация также может быть направлена на долговременное сохранение информации при запуске режима авторегуляции в слоях ассоциативных нейронов, а, может быть, и в слоях интернейронов.

Описанные гипотетические процессы в полном объеме не моделировались. Разные экспериментальные варианты первичной авторегулирующей самоорганизации в нейронной модели рассмотрены в [7,8] и [15,17]. Самый простой экспериментальный вариант двухслойной нейронной сети с возвратным синхронизирующим торможением рассматривался в [17].

Безусловно, возможны и различные другие гипотетические схемные варианты реализации режима регуляции функционального состояния нейронов сети, режимов возникновения и сохранения кратковременной и долговременной памяти, режима сна, а также и режимов

создания и гашения очагов возбуждения. Может быть, рассмотренные гипотетические логические схемы могут оказаться полезными для постановки направленных биологических экспериментов. Программное моделирование подобных вариантов с использованием возможностей современной вычислительной техники в принципе осуществимо, но, тем не менее, непросто. Тем более, это может быть очень непросто при переходе от плоской одноуровневой, в том числе и двухслойной, нейронной сети с возвратным возбуждением, к многоуровневой иерархической нейронной модели. Не просто не только чисто технически, но и потому, что ни в биологии, ни в технике нет пока еще достаточных конструктивных представлений о том, как создается целостная *иерархическая* нейронная модель мира. Нет конструктивных представлений и о том, как создаются поддерживаются и гасятся очаги возбуждения.

Подводя некоторый итог, еще раз отметим, что в основе активности мышления может лежать возникновение и необходимость гашения очагов возбуждения, как при обучении, так и в процессе направленной умственной работы. Возникновение очага возбуждения может инициироваться извне по отношению к мозгу - потребности и соответствующие мотивационные возбуждения, и изнутри – в процессе мыслительной работы, которая, в конечном счете, тоже определяется как первичными физиологическими, так и вторичными потребностями организма.

Возникающий очаг возбуждения нарушает режим авторегуляции функциональных состояний нейронов сети. Необходимость его гашения может трактоваться как поставленная задача. При этом гашение очага возбуждения, т.е. решение поставленной задачи, становится собственной эмоционально оцениваемой потребностью мозга, удовлетворение которой активно направлено на нормализацию функционального состояния нейронов сети. Первичный очаг возбуждения гасится при удовлетворении потребности организма. Гашение вторичных очагов возбуждения, возникающих в процессе мышления или реального поведения, происходит при умозрительном или реальном достижении промежуточных целей.

Таким образом, одновременно решается и внутренняя задача сети – гашение очага возбуждения, и внешняя, приведшая к возникновению очага возбуждения и поддерживающая его.

Однако, реализация свойства целенаправленной активности в искусственной нейронной сети, в том числе с учетом гипотезы Емельянова - Ярославского и ее модификаций, например такой, как описанная выше схема с возвратным возбуждением, является значительной и еще весьма далекой от решения проблемой.

Доминантный очаг возбуждения соответствующий первичной физиологической потребности, формируется и поддерживается связанным с потребностью стабильным мотивационным возбуждением. Наверняка не единственным, но одним из первых может быть вопрос об очагах возбуждения, соответствующих вторичным потребностям.

Как в нейронной сети возникают, стабильно поддерживаются и гасятся очаги возбуждения, соответствующие вторичным потребностям?

Пример. Руководитель дал программисту устное задание написать определенную программу. Как при этом в мозге программиста сформировались соответствующая стабильная вторичная потребность, мотивация, доминанта и очаг возбуждения? Как при выполнении сложной работы возникают и фиксируются вторичные подчиненные очаги возбуждения? Как все это удерживается в течение длительного времени, исчезает при выполнении какой-либо другой работы или во время сна, и вновь восстанавливается? Что происходит в нейронной сети (в мозге) при завершении работы над этапами программы и программы в целом и получении результата?

Удовлетворительные ответы на эти и многие другие вопросы должны быть конкретными, т.е. должны описывать работу нейронной сети с использованием представлений о свойствах

нейронов и связей между ними. Правда, возможно, что для построения общей схемы работы мозга кроме нейронов и связей между ними может потребоваться привлечение каких-то других функциональных элементов, например, нейроглии, уже упоминавшихся полевых возбуждающих и тормозящих взаимодействий, или еще чего-то.

Приведенный выше частный пример говорит о том, как мы еще далеки от понимания конкретных физиологических механизмов работы мозга. Примеров такого рода, с разных сторон характеризующих проблемы, возникающие при попытке понять конкретные нейрофизиологические механизмы мышления, можно привести очень много. Тем не менее, в каком-то приближении об общей качественной схеме процесса мышления часто говорить можно.

3.5. Предвидение

Важнейшей, а иногда и главной функцией мышления часто называют **предвидение**. Многие исследователи отмечают важность и, даже, приоритетное значение предвидения в процессе мышления. Так говоря об естественном интеллекте Хокинс [22] акцентирует внимание на функции предвидения, считает ее основной в мышлении и ставит на первое место по важности.

Можно рассмотреть разные варианты реализации этой функции: предвидение непосредственно возникающих в среде ситуаций (событий), предвидение результатов предполагаемых или совершаемых действий (акцептор действия), предвидение состава и свойств структурных элементов входного сенсорного стимула в процессе целенаправленного восприятия, умозрительное моделирование, умозрительное конструирование.

Предвидение событий.

Любое предвидение основывается на памяти. Как уже говорилось, мы будем придерживаться идущей еще от модели Хебба [20] нейронно - ансамблевой концепции памяти. Нейронный ансамбль это некоторое выделенное множество нейронов, объединенных возбуждающими положительными обратными связями. Ансамбль образуется при обучении. Входящие в ансамбль нейроны возбуждаются одновременно при появлении на входе системы конкретного события (объекта). По правилу Хебба возбуждающие связи между нейронами усиливаются при одновременном возбуждении нейронов. Нейронные ансамбли при обучении могут образовываться и иначе – как в описанной выше двухслойной нейронной сети с возвратным возбуждением. В любом случае, последовательности отражающихся в сознании событий соответствует последовательность возбуждающихся ансамблей.

Регулярно повторяющиеся последовательности возбуждений ансамблей Хебб назвал фазовыми и постулировал, что в фазовой последовательности между нейронными ансамблями при обучении образуются возбуждающие связи в направлении времени появления событий, т.е. от первого ансамбля ко второму, от второго к третьему и т.д. Предполагается, что в такой обученной модели при возбуждении первого нейронного ансамбля фазовой последовательности могут возбудиться второй и все последующие ансамбли до того, как соответствующие события будут появляться на входе системы. Таким образом может реализовываться предвидение событий.

В относящейся еще к 1949 году простой одноуровневой модели Хебба ассоциации по смежности во времени могут успешно работать только в случае однозначных парных причинно-следственных или временных связей между запоминаемыми событиями, например, между событиями в схеме условного рефлекса. Для моделирования более сложных временных зависимостей могут быть полезными и даже необходимыми какие-то представления о работе многоуровневой иерархической модели памяти. Правда, такие представления если и появляются, то остаются пока еще качественными, не выходящими на конструктивный уровень.

Кроме того, повысить эффективность экстраполяции временной последовательности событий даже в случае одноуровневой нейронной модели поможет учет в модели не только парных ассоциаций по смежности во времени, но также и учет предыстории появления событий. Такой псевдонейронный автомат, предназначенный для запоминания и экстраполяции временных последовательностей, описан в [15]. Предыстория в этом автомате запоминается с использованием межнейронных связей с различными временными задержками передачи сигнала. Экстраполяция временных последовательностей событий в этом случае значительно эффективней, чем предвидение на основе парных ассоциаций по смежности во времени.

Предвидение результатов действия.

П. Анохин и Е. Стреж в 1933г. экспериментально обнаружили важную функцию нервной системы, которую П.К. Анохин [2] в 1955г. не очень удачно, с моей точки зрения, назвал акцептором результата действия. Суть этой функции состоит в том, что всегда при любом действии перед его выполнением в мозге формируются параметры ожидаемого результата и эти предвидимые параметры сравниваются с параметрами реально получаемого результата. Совпадение говорит системе, что все в порядке, представление о ситуации верно и результат достигнут. Несовпадение говорит о том, что предвидение не подтвердилось и вызывает ориентировочно-исследовательскую реакцию.

В связи с этим возникают очередные вопросы, на которые пока еще нет ответов.

Как в нейронной сети формируется и фиксируется предвидимый результат действия и его ожидаемые параметры?

Как в нейронной сети осуществляется сравнение ожидаемых и реально получаемых параметров результата действия?

Как совпадение, или не совпадение реальных результатов действия с предвидимыми организует дальнейшую работу системы?

Функция акцептор результата действия очень важна в поведении. Поэтому, без ответов на поставленные вопросы построить полную модель поведения в формальных нейронных сетях нельзя. П.К. Анохин пишет об охваченных кольцевым взаимодействием вставочных нейронах, сеть которых является моделью будущих результатов действия. По-моему, это не может считаться конкретным ответом на поставленные вопросы даже в очень далеком приближении.

Предвидение в процессе целенаправленного восприятия.

Восприятие активно и целенаправленно. Проще всего это иллюстрируется зрительным восприятием. В [4,14] развивается представление о том, что в процессе зрительного восприятия создаются гипотезы, которые проверяются на входном сенсорном материале. Гипотеза создается текущим контекстом и грубым признаковым восприятием. Гипотеза раскрывается как информация, которую можно условно назвать структурно-метрическим описанием ожидаемого (предвидимого) входного образа. Структурно-метрическое описание включает структурные элементы и отношения между ними. Структурно-метрическое описание должно быть полным. Критерий полноты - принципиальная отображаемость.

Предвидимый зрительный объект и его предвидимые структурные элементы целенаправленно ищутся на входном изображении, путем выделения на нем искомым структурных элементов, соответствующих структурно-метрическому описанию проверяемой гипотезы восприятия. Такое восприятие удовлетворяет принципам целостности, целенаправленности и активности.

Описанный процесс был реализован в пакете программ Графит [4] и в системе распознавания рукописных символов FineReader – рукопись [1,14]. В этих системах распознавание рукописных символов реализовывалось программно. Если сходный процесс

реализуется в нейронной сети при зрительном восприятии, то возникают многие вопросы, в том числе:

как в живой или формальной нейронной сети может возникать и запоминаться информация, подобная сложным структурно-метрическим описаниям?

как в живой или формальной нейронной сети может реализовываться процесс управления целенаправленным восприятием, т.е. формирование и проверка гипотез, а также перебор и сравнение вариантов?

На эти вопросы ответов нет. Если на эти вопросы не отвечать, считая, что восприятие, в том числе и зрительное, в нервной системе реализуется как-то иначе, то нужно для начала поставить и постараться ответить на другой, более общий вопрос:

как в нервной системе реализуется восприятие, удовлетворяющее принципам целостности, целенаправленности и активности?

Обычные признаковые системы распознавания образов, как реализованные с использованием математических решающих правил, так и с использованием формальных нейронных сетей, принципам целостности, целенаправленности и активности не удовлетворяют.

Умозрительное моделирование.

Любое реализуемое в нервной системе предвидение основывается на умозрительном моделировании по имеющейся в мозге модели. Однако, можно выделить несколько видов умозрительного моделирования. В случае акцептора результата действия его результаты умозрительно предвидятся непосредственно перед выполнением реального действия. При практическом (поведенческом) мышлении выбираемые на разных уровнях модели среды и сравниваемые одношаговые переходы фактически являются умозрительными действиями. Предвидятся результаты этих предполагаемых умозрительных действий задолго до их реального выполнения.

Предвидится и возникновение новых ситуаций. Умозрительная цепочка ситуации - действия – ситуации может быть длинной. Например, в шахматах мастер может просчитывать ситуации на пять и более ходов вперед. Как короткое, так и длинное умозрительное моделирование являются важным свойством, необходимым для успешного поведения. Предвидятся и ситуации, возникающие не как следствие реальных или предполагаемых действий, а в результате каких-то не зависящих от наблюдателя внешних событий и процессов.

Умозрительное моделирование используется и работает не только в поведении, но и в процессе построения модели среды. При практическом обучении или научном исследовании основным важным шагом является гипотетическое предположение (предвидение) каких-то свойств среды и направленная проверка соответствующих гипотез.

Умозрительное конструирование.

Умозрительное конструирование это создание в модели представлений об отсутствующих в ней объектах, ситуациях и логических связях между ними. Это может называться фантазией, но ее результаты возникают не на пустом месте, а всегда являются следствием каких-то аналогий, ассоциаций и имеющихся в модели обобщений. В этом смысле умозрительное конструирование можно считать вариантом предвидения. Результаты умозрительного конструирования классифицируются как гипотезы приобретения реального опыта, научные гипотезы, научная и не научная фантастика, или религия.

Если смысловыми единицами в нервной сети являются нейронные ансамбли, то интересно подумать над вопросом: как в нейронной сети мгновенно может возникнуть новый нейронный ансамбль, соответствующий новому, умозрительно сконструированному объекту, которого никогда не было на входе системы. Подобный вопрос, по-видимому, можно будет поставить и

в случае, если смысловыми единицами в нервной системе являются не нейронные ансамбли, а что-то другое.

Нейронная реализация отмеченных вариантов предвидения, как в мозге, так и в формальных нейронных сетях, чаще всего абсолютно непонятна. Почти ко всем фразам может быть поставлен вопрос КАК. Я заостряю внимание на этом для того, чтобы лишний раз подчеркнуть неоправданность существующего оптимизма в отношении так называемой нейронауки и существующих формальных нейронных сетей.

3.6. Общая схема практического (поведенческого) мышления

В [14,15,16] выделялись и рассматривались на общем уровне перцептивное, когнитивное, поведенческое (практическое) и творческое мышление. Для всех этих видов мышления характерным является возникновение цели, возникновение соответствующего цели очага возбуждения, умозрительное моделирование и гашение очага возбуждения при достижении цели. При когнитивном и перцептивном мышлении очаги возбуждения создаются общими текущими задачами познания или восприятия, а также возникают в процессе решения этих задач при постановке проверяемых текущих познавательных гипотез, или гипотез восприятия.

Гипотезы формируются на основе общей текущей задачи восприятия или познания с учетом целенаправленно выделяемых признаков, ассоциаций по сходству, аналогий и текущего контекста. Эти процессы управляются с понятийного уровня нейронной модели и подчиняются принципам целостности, целенаправленности и активности. Гасятся относящиеся к гипотезам очаги возбуждения при подтверждении или не подтверждении гипотез. Все эти процессы при восприятии и познании на общем уровне имеют сходство, но также и существенное различие.

Рассмотрение восприятия и познания может вести к пониманию многих важных аспектов процесса мышления. Однако, удобнее и, может быть, проще всего говорить о поведенческом или практическом мышлении, общая схема которого подходит и для представления процесса решения некоторых формальных, например математических, задач. Анализ проблем, возникающих при решении мозгом поведенческих задач, может приводить к пониманию необходимости творческого мышления.

Обычная задача поведения чаще всего может сводиться к переходу (преобразованию) от текущей ситуации к целевой. Ситуация это не обязательно пространственный фрагмент среды. Ситуацией может быть любое целостное объединение смысловых единиц имеющейся в мозге модели. Переход от одной ситуации к другой может быть как реальным, так и умозрительным, т.е. выполняемым в воображении на нейронной модели. Нахождение по нейронной модели наилучшего перехода от текущей ситуации к целевой, и управление реально выполняемым или умозрительным переходом можно считать типичной общей схемой практического (поведенческого) мышления.

Что такое наилучший переход? Наилучший переход это такой, который по гипотезе, сформулированной в [14], удовлетворяет принципу maxT. Сравниваются варианты поведения по их эмоциональной оценке. Проблема многоэкстремальности многих задач поведения снимается благодаря использованию иерархической модели проблемной среды. Таким образом, наилучший переход от текущей ситуации к целевой находится на основании принципа maxT, с использованием эмоциональных оценок и многоуровневой иерархической модели проблемной среды.

Иерархическая субъективная нейронная модель среды (мира) включает объекты, отношения, ситуации, действия, процессы и вербально выражаемые понятия. Все эти смысловые объекты представляются в модели среды на всех уровнях укрупнений и обобщений. При этом, как уже говорилось, совместно работают словесно-логические и эмоционально оцениваемые наглядно-образные представления.

Придерживаясь нейронно-ансамблевой концепции будем считать, что смысловая единица в нейронной сети это ансамбль нейронов. Таким образом, ситуации соответствует группа смысловых единиц, т.е. нейронных ансамблей, находящихся между собой в каких-то отношениях. (Как на нейронной сети мозга представляются отношения не известно. Точно так же, нет предположения о том, как можно представить отношения в формальной нейронной сети.)

Ситуация возникает “высвечивается” в сознании при возбуждении входящих в нее ансамблей. Ансамбль нейронов выходит на уровень сознания как целостная смысловая единица. Что такое целостность применительно к ансамблю нейронов требует конкретизации. Возможно, здесь может оказаться полезной рассмотренная выше схема с возвратным возбуждением.

Как уже говорилось, стабильно активируемые (доминантные) конкретные нейронные ансамбли, соответствующие целевой ситуации, определяются первичными физиологическими или вторичными потребностями и становятся фиксированным очагом возбуждения.

Каким образом внешняя поведенческая задача становится собственной внутренней задачей мозга и порождает его активность? Мы говорили о том, что решаемая мозгом собственная наиболее общая задача может быть представлена как потребность в нормализации функционального состояния нейронов сети. Если существует очаг возбуждения, то решаться эта задача может только за счет гашения очага возбуждения и перехода в режим общей регуляции.

Поскольку очаг возбуждения возникает и поддерживается как следствие существующей доминантной первичной физиологической или вторичной потребности и гасится при ее удовлетворении, то возникающие у мозга соответствующие собственные задачи регуляции решаются только при решении задач организма, т.е. задач, связанных с удовлетворением первичных или вторичных потребностей.

Главные доминантные очаги возбуждения в соответствии с теорией доминант Ухтомского [9] возникают и фиксируются в мозге как результат конкурентного выбора одной из альтернативных потребностей с учетом конкурентного выбора между альтернативными линиями поведения, направленными на удовлетворение этих потребностей. Как это делается ни в теории доминант Ухтомского, ни в теории функциональной системы Анохина конкретно не говорится. В [14] описана упрощенная формальная модель поведения, основанная на предположении о том, что конкурентный выбор между альтернативными потребностями и альтернативными линиями их удовлетворения подчиняется принципу оптимальности $\max T$.

Итак, очаги возбуждения включают смысловые единицы нейронной модели, которым соответствуют нейронные ансамбли. Как в случае решения поведенческих задач, так и при решении формальных задач эти ансамбли представляют целевую ситуацию. Организм (мозг) может изменять ситуации, т.е. реально или умозрительно переходить от одной к другой, выполняя реальные или умозрительные действия.

Если для каждой ситуации возможна оценка близости к целевой и эта оценка на уровне выполняемых действий одноэкстремальна, то проблема оптимального управления поведением решается просто. В каждой ситуации выбирается лучшее действие, т.е. то, которое максимально приближает систему к цели. При этом близость к цели может не иметь пространственного смысла, а оцениваться по каким-то иным задающим цель отдельным параметрам (например, таким как тепло, свет, влажность, громкость звука и т.п.). Правило принятия решения в таких случаях называется локальным, а алгоритм управления градиентным.

Локальные градиентные задачи управления решаются растениями. Не все, но большинство реальных задач поведения животных и человека такими простыми не являются. Чаще всего в этих задачах при их решении требуются самые разные многопараметрические оценки. К тому же, очень важно то, что эти задачи часто бывают многоэкстремальными.

Многопараметричность затрудняет получение единой оценки ситуации, а многоэкстремальность не позволяет использовать локальные градиентные методы последовательного приближения.

Кроме многопараметричности и многоэкстремальности задачу управления поведением усложняет еще и то, что прежде чем сформировать и зафиксировать доминанту, соответствующую какой-то потребности, мозг должен произвести оптимальный выбор среди разных альтернативных потребностей, решая при этом многовариантную задачу многопараметрической оптимизации. Уже отмечалось, что решение этой задачи, возможно, должно основываться на принципе $\max T$.

Задача управления это фактически всегда выбор между разными возможностями. Для сравнения и выбора варианта нужен какой-то критерий, который можно выделить и оценить для каждого из сравниваемых вариантов. Таким универсальным критерием сравнения ситуаций и вариантов поведения у животных, в том числе и у человека, является эмоциональная оценка. Выбор универсальным образом сводится к решению лучше – хуже по шкале хорошо – плохо. При этом, конечно, в текущей ситуации общая эмоциональная оценка может зависеть от большого числа критериев.

В [14,15] приведена упрощенная формальная модель поведения, в основе которой лежит гипотеза об общем оптимизационном критерии $\max T$, имеющем смысл максимизации времени пребывания неустойчивой многопараметрической системы внутри области допустимых значений регулируемых параметров. Там же для формальной задачи приведены составляющие суммарной “эмоциональной” оценки. Предполагается, что все это сходно с задачей управления поведением животного в естественной среде. (Об эмоциях подробнее говорится в [14,15] и затрагивается ниже).

Введение эмоциональных оценок и принципа $\max T$ способствует решению проблемы многопараметричности и многовариантности при выборе удовлетворяемой (доминантной) потребности и пути ее удовлетворения, но не решает напрямую проблемы перебора и многоэкстремальности.

Проблемы “много” на конкретном нижнем уровне поведения животных и человека, т.е. на уровне выполняемых элементарных действий, в реальной многообразной среде решать сплошным перебором практически невозможно. Глобальное решение реальной задачи поведения путем построения и сравнения всех вариантов путей достижения цели на уровне конкретных действий требует огромной комбинаторики, сопровождаемой “экспоненциальным взрывом”.

“Силовые” переборные методы решения таких задач, например в шахматах, реализуются в “интеллектуальных” программах мощных современных компьютеров. Мозг, в процессе мышления, решает подобные задачи иначе - с помощью обращения к укрупнениям и обобщениям модели среды. Это дает возможность использовать локальные оценки и градиентные алгоритмы управления.

Принцип доминанты фиксирует решаемую мозгом задачу, сокращая необходимый для решения перебор. В то же время, в рамках этой выбранной и зафиксированной задачи (доминанты) необходимый перебор, а соответственно и необходимая комбинаторика, все же сохраняются и они, в принципе, даже на уровне укрупнений модели среды могут быть большими.

В соответствии с принципом доминанты Ухтомского [13] от доминантного очага по нервной сети распространяются возбуждающие и тормозящие влияния. Возбуждающие влияния служат тому, что повышается вероятность активации смысловых элементов модели (ансамблей), имеющих отношение к решаемой поведенческой проблеме. Тормозящие влияния затрудняют активацию ансамблей, которые не имеют отношение к решаемой проблеме. Как конкретно в нервной сети реализуется связь “имеет (не имеет) отношение” не

известно. Можно лишь в самом общем виде говорить о каких-то ассоциациях, аналогиях, логических связях, имеющемся опыте и т.п.

При этом, априорное деление смысловых элементов модели среды на нужные и не нужные для решения конкретной текущей задачи управления может в обычных случаях сократить перебор при поиске пути в модели среды, но в особых случаях может этот поиск сильно затруднить. Последнее соответствует одному из рассматриваемых ниже вариантов творческой задачи.

Идущее от доминанты по нейронной сети возбуждающее влияние в [14] было названо конусом ассоциативно-смысловой преактивации. Проблема многоэкстремальности снимается тем, что в модели среды на верхнем уровне иерархического укрупнения и обобщения смысловых элементов выбирается одношаговый переход из текущей ситуации в целевую. Этот переход выбирается среди альтернатив, попавших в конус доминантной преактивации.

Выбранный одношаговый переход становится доминантой пониженного по сравнению с основной доминантой уровня иерархии. Одношаговый переход в нейронной модели является целым, состоящим из частей более низкого уровня, – одношаговых переходов, связанных отношениями следования. Любой одношаговый переход в свою очередь порождает конус преактивации, в котором выбирается очередная более конкретная цель и соответствующий этой цели одношаговый переход. Таким образом, в процессе поведения оперативно создается иерархия одношаговых переходов и последовательностей целей вплоть до конкретных реальных ситуаций и выполняемых реальных действий.

На уровне одношагового перехода многоэкстремальности нет, но проблема сравнения вариантов и выбор лучшего из них по эмоциональной оценке сохраняется. На всех уровнях иерархии модели, и в особенности на нижних уровнях, выбираемый лучший промежуточный вариант может иметь отрицательную эмоциональную оценку. Однако, это не имеет решающего значения. Наибольший вклад в суммарную эмоциональную оценку вносит самая верхняя доминанта, умозрительно моделируемый наиболее укрупненный одношаговый переход и окончательный результат.

Для полноты картины следует отметить, что все варианты управления, в том числе и на самом верхнем уровне иерархии модели, могут иметь отрицательные эмоциональные оценки. Это соответствует случаю, когда при оптимальном управлении (поведении) система с неизбежностью движется к границе области допустимых значений параметров и управление, реализующее принцип оптимальности $\max T$, всего лишь максимально замедляет это движение. (По терминологии Э.С. Бауэра [5] система, т.е. живой организм, в этом случае приближается к границе биологической адаптации).

Все смысловые элементы модели среды могут быть и укрупнениями, являющимися целым, состоящим из частей, и обобщениями. Для построения укрупнений в нейронной модели логической связки “И” недостаточно. Нужно еще задание отношений между входящими в целое частями. В рассматриваемом случае это отношения следования между последовательно выполняемыми частями одношагового перехода. В модели могут строиться укрупнения и с какими-то другими отношениями между частями.

Для построения обобщений недостаточно логической связки “ИЛИ”. В каких-то случаях могут потребоваться и другие отношения между входящими в обобщение объектами. Как может строиться в нейронной сети и отражаться в сознании отношение со своей количественной оценкой непонятно. (Например, отношения “выше на голову”, “толще в два раза”, “дороже на”, “веселее” и т.п.).

Таким образом, и для понимания работы мозга и для построения формальной нейронной модели важен вопрос:

как в нейронной сети могут задаваться и количественно оцениваться отношения между смысловыми элементами?

Конструктивного ответа на этот вопрос нет ни применительно к мозгу, ни применительно к формальной нейронной сети.

Проиллюстрируем все сказанное примером. Пусть у вас имеются три вторичные потребности: пойти в театр, пойти на футбол, поехать к другу на дачу. Предположим, что по эмоциональной оценке в соответствии с принципом $\max T$ выбирается потребность поехать к другу на дачу. Эта потребность становится доминантной, а ситуация “вы на даче” целевой. Следующий шаг – выбор одношагового перехода.

Поездка на дачу представлена в модели среды как обобщение. Конус ассоциативно-смысловой преактивации подсказывает варианты: машина, электричка, велосипед (самолет, пароход, мотоцикл, которого у вас нет, и т.п. в конус преактивации не попадают и не рассматриваются). Пусть по эмоциональной оценке выбрана электричка. Этот одношаговый переход становится доминантным.

Поездка на электричке в модели среды представляется как целое, состоящее из частей, связанных отношением следования. Такими частями могут быть одношаговые переходы: поездка на вокзал, поездка в поезде, переход от станции до дачи. Все они последовательно на время выполнения становятся доминантами следующего пониженного уровня.

Текущая доминанта – поездка на вокзал представляется в модели обобщением, имеющим варианты, и на время выполнения создает свой конус преактивации, облегчающий выбор варианта. Предположим, что из вариантов метро, автобус и такси по эмоциональной оценке выбран вариант метро. Этот вариант представляется в модели как целое, имеющее последовательные части, и первая из них – выйти из дому становится доминантой следующего уровня.

Процесс конкретизации одношаговых переходов и создания временных доминант продолжается вплоть до уровня реальных физических действий. Правда, на этом уровне процесс сознательного умозрительного моделирования и выбора могут встраиваться рефлексы и динамические стереотипы. Но и в этом случае реально выполняемому действию всегда предшествует предвидение и создание модели результата.

Совпадение планируемого и реального результатов, как на уровне конкретных действий, так и на всех иерархических уровнях нейронной модели является условием продолжения реализации запланированного процесса поведения. Несовпадение реального результата и предвидения на уровне элементарных действий ведет к ориентировочно-исследовательской реакции (акцептор действия [2]), а на более высоких иерархических уровнях к частичному или полному пересмотру плана. Таким образом, на всех иерархических уровнях актуализируемых фрагментов модели практического мышления реализуется умозрительная логическая схема, совпадающая с общей схемой акцептора реального действия.

Таким образом, создаваемые доминантами промежуточные очаги возбуждения и относящиеся к ним смысловые единицы модели, т.е. нейронные ансамбли, фиксируются в сознании и гасятся, т.е. перестают быть доминантами и очагами возбуждения, последовательно по мере выполнения соответствующих одношаговых переходов.

Рассмотренная схема практического (поведенческого) мышления позволяет проиллюстрировать важные моменты, касающиеся работы мозга и устройства иерархической нейронной модели. В то же время пока еще без ответа остаются многие важные вопросы. Вопрос о том, как в нейронной сети фиксируются и работают отношения, уже задавался. Вот и другие, представляющиеся основными:

Как возникают и фиксируются в нейронной сети вторичные потребности?

Как возникают и фиксируются в нейронной сети доминанты (цели) и соответствующие им очаги возбуждения?

Что такое умозрительное моделирование и умозрительное конструирование и как они реализуются в нейронной сети?

Что такое воображение?

Как выбираются и фиксируются умозрительные варианты поведения?

Как сравниваются варианты, и как возникает их эмоциональная оценка?

Как в эти процессы может вмешиваться воля, меняя выбор вариантов и критерии оценки?

Как все это отражается в сознании?

К этим вопросам, по-видимому, можно добавить и другие. Многое может добавить рассмотрение перцептивного, когнитивного и творческого мышления. Но и отмеченное представляется очень важным и проблематичным как для понимания работы мозга, так и для формального моделирования полноценной интеллектуальной системы.

На перечисленные и многие другие вопросы конструктивных ответов нет. При создании формальных нейронных сетей, также как и систем распознавания образов, эти вопросы даже не ставятся. При этом часто предполагается, что очень большая формальная нейронная сеть сама собой все это начнет делать. Нет, не начнет. Используемая в существующих формальных нейронных сетях и удовлетворяющая тесту Тьюринга схема “вопрос-ответ” ни для полной, ни для упрощенной реализации мышления и тем более творческого мышления не подходит. Точно также, не подходят для этих целей идеология и общие схемы признаков систем распознавания образов, также как и иных систем распознавания, работающих по последовательной схеме снизу-вверх, т.е. от входных стимулов к пониманию.

3.7. Творческое мышление.

Может ли машина обладать творческим мышлением? Для ответа нужно определить что такое творчество. Есть разные определения, но общепринятого нет. Для начала, будем считать творчеством процесс, который сопровождается созданием новой ценной информации вообще, т.е. без привязки к какому-то носителю, и, в частности, процесс, сопровождающийся созданием новой ценной информации в мозге, т.е. в нейронной модели среды (мира). Такое, или примерно такое, определение творчества принято многими авторами, например, Д.С. Чернавским [19].

Для интерпретации слова “ценной” представляется принципиальным добавить следующее. Информационных срезов окружающего мира может быть очень много (практически сколько угодно). Выбор для использования, также как и для изучения и обобщения одного из возможных информационных срезов всегда имеет какую-то практическую ориентацию, относительно которой и может оцениваться результат творчества - получаемая или создаваемая информация.

Мозг управляет процессами поведения, восприятия, обучения и мышления. Творчество живой системы в первую очередь направлено на создание новой информации, входящей в целостную модель среды, и имеющей субъективную ценность для этих процессов. Как мы уже говорили, живая система для решения своих основных задач взаимодействия с миром с необходимостью должна иметь информацию в обобщенном и укрупненном виде. Таким образом, творчество это не просто создание новой ценной информации, а создание новой информации, входящей в *иерархическую целостную модель* мира, строящуюся на базе системы взаимосвязанных укрупнений и обобщений.

Итак, для ответа на вопрос о том, может ли машина обладать творческим мышлением, нужно для начала ответить на более конкретный вопрос – может ли машина создавать новую ценную информацию и включать ее в целостную иерархическую модель среды, содержащую взаимосвязанную систему обобщений и укрупнений. Правда, это важное необходимое требование не является достаточным. Нужно, все-таки, добавить еще и способ оценки ценности информации, причем не как абстрактного понятия, а в контексте работы активной

иерархической нейронной модели среды (мира), работы, направленной на удовлетворение потребностей системы и, в первую очередь, на решение задач управления восприятием, обучением и поведением.

Творческое мышление разнообразно и имеет много вариантов. С тем как они реализуются в мозге связано очень много вопросов. Мы рассмотрим общие схемы процессов репродуктивного практического творческого мышления и созидательного (не репродуктивного) творческого мышления. Кроме того, поговорим о когнитивном творческом мышлении, художественном творчестве и эволюционном творчестве.

3.7.1. Репродуктивное практическое творческое мышление.

В рамках рассмотренной схемы практического (поведенческого) мышления, направленного на решение задачи перехода от текущей ситуации к целевой, или умозрительного преобразования текущей ситуации в целевую, могут возникать случаи, когда задача напрямую не решается и требует творческого мышления. Мы говорили о том, что практическое (поведенческое) мышление состоит в нахождении ведущих в целевую ситуацию одношаговых переходов разного уровня иерархии модели среды. Ценность получаемой или создаваемой в этом случае необходимой информации определяется по возможности достижения целевой ситуации. Тут можно рассмотреть разные варианты, в которых для решения проблемы требуется творческое мышление.

Во-первых, решение может быть затруднено тем, что искомым нужным переходом есть в нейронной модели среды, но сразу не находится, поскольку он лежит за пределами конуса ассоциативно-смысловой преактивации. Относящееся к этому случаю творческое мышление можно назвать репродуктивным, т.е. основанном на имеющихся в системе знаниях. Искомый результат получается с использованием имеющейся в модели среды информации, которая становится доступной при расширении области поиска решения. Именно так, как необходимость расширения области поиска решения, характеризуют общую схему творческой задачи Г.А.Голицын [9] и Д.С. Чернавский [19].

Расширению области поиска решения способствуют основанные на имеющихся знаниях ассоциации, аналогии, подсознательные активирующие воздействия (интуиция), постоянные активирующие случайные воздействия, поступающие в кору из других отделов мозга, случайные внешние активирующие воздействия, временное переключение на другую задачу, отдых, подсказка.

Непрерывная сосредоточенная работа над задачей может приводить к заикливанию в рамках одного и того же множества смысловых элементов. При этом пороги возбуждения часто активируемых смысловых элементов, находящихся в пределах конуса ассоциативно-смысловой доминантной преактивации, снижаются, а пороги возбуждения элементов за его пределами повышаются, что приводит к уменьшению вероятности нахождения решения. В этом случае помочь может отдых и лучше всего сон. К такой ситуации относится поговорка “утро вечера мудренее”.

Итак, для решения творческой задачи в случае репродуктивного творческого мышления нужно расширить область поиска решения. Как это делается в мозге неизвестно. Является ли расширение конуса ассоциативно-смысловой преактивации, приводящее к решению проблемы, созданием новой ценной информации и, соответственно, творческим процессом? Да, является, если это расширение и его условия запоминаются в обобщенном виде и могут использоваться в дальнейшем для решения аналогичных или похожих задач.

Конус преактивации строится на возбуждающих и тормозящих связях между смысловыми объектами информационной модели задачи. В случае нейронно-ансамблевой концепции, новая информация, необходимая для формирования расширенной области поиска, в рассмотренном случае запоминается в топологии и проводимостях связей между нейронными ансамблями, образующими модель среды.

Необходимому в случае репродуктивного творческого мышления расширению конуса ассоциативно-смысловой доминантной преактивации способствуют такие качества творческого человека как непредвзятость, широта взгляда, отсутствие зашоренности, оригинальность и т.п. Все это не имеет ни точного определения, ни какой-либо привязки к нейронным механизмам, а просто обычно называется одним словом - талант.

А что такое талант? Можно ли ответ на этот вопрос хотя бы в принципе и в каком-то приближении сформулировать на конструктивном уровне?

3.7.2. Созидательное (продуктивное) творческое мышление.

Другой более сложный созидательный вариант творческого мышления это случай, когда искомый переход от исходной ситуации к целевой в принципе возможен, либо может быть создан с использованием имеющихся в среде и в нейронной модели смысловых элементов, но в явном виде в нейронной модели отсутствует.

В этом случае к умозрительному моделированию по модели добавляются, либо выходят на первое место фантазия, воображение и умозрительное конструирование. При этом в процессе поиска решения в воображении, а значит и в нейронной модели, могут порождаться отсутствующие в ней, в том числе и невозможные в среде, объекты. Создаваемые в воображении смысловые объекты становятся гипотезами, которые проверяются в воображении или непосредственно в среде.

Как в нейронной сети могут практически мгновенно формироваться представления о новых, в том числе и о невозможных объектах? Например о таких, как поющий, заболевший, или курящий трубку жилой дом.

Типичная схема созидательного творческого мышления состоит в создании гипотез о новых объектах или свойствах проблемной (не обязательно физической) среды и в проверке этих гипотез.

Новая ценная информация, создающаяся в результате созидательного творческого процесса, может фиксироваться в нейронной модели в виде новых смысловых единиц – новых нейронных ансамблей и в связях между ними и другими, имеющимися в нейронной модели смысловыми единицами. Считается, что информационная ценность созидательного творческого процесса тем выше, чем более высокий уровень обобщений и укрупнений нейронной модели он затрагивает. При этом любой уровень укрупнения и обобщения не должен быть оторванным от реальности, а, напротив, должен опираться на иерархию более конкретных уровней.

В рассмотренной общей схеме поведенческого и репродуктивного творческого мышления присутствуют имеющиеся в модели целевые ситуации. Порождаются, т.е. активируются и выходят на уровень сознания, они существующими потребностями. Этапами созидательного творческого мышления может быть формирование новой потребности и соответствующей ей новой целевой ситуации. Однако, и новые потребности и новые цели в конечном счете являются производными от уже существующих и задаваемых нейронной моделью потребностей и целей.

Первый и второй репродуктивный и созидательный варианты творческой задачи не являются взаимоисключающими. Творческая задача может быть репродуктивной на первом этапе, т.е. на этапе необходимого расширения области поиска решения, и созидательной на втором.

Мы рассмотрели варианты творческой задачи, относящиеся к практическому (поведенческому) мышлению. Однако, схема творческого мышления, в основе которой лежит представление о поиске по нейронной модели, или умозрительного построения перехода из текущей ситуации в целевую, не является единственной. Другие творческие задачи возникают в рамках перцептивно-образного и когнитивного мышления.

К созидательному творческому мышлению можно отнести когнитивное мышление, при котором в мозге формируется нейронная модель среды (мира). В этой модели выстраиваются иерархии смысловых объектов одновременно по линиям укрупнения и обобщения. Важное свойство нейронной модели среды это ее целостность.

Смысловые объекты связываются в модели как по вертикали между уровнями иерархии, так и по горизонтали в рамках одного уровня. На этих связях между смысловыми объектами строятся иерархия обобщений (частное-общее) и иерархия укрупнений (часть-целое). Кроме того, эти связи могут соответствовать ассоциациям по сходству и по времени. Связи между смысловыми единицами нейронной модели могут интерпретироваться как самые разнообразные отношения. К смысловым объектам нейронной модели каким-то образом привязываются эмоциональные оценки.

Нейронная модель строится в процессе обучения, т.е. когнитивного мышления, приводящего к достройке или перестройке модели среды и тем самым к возникновению новой информации. Общая цель когнитивного мышления это построение новых обобщений и укрупнений смысловых объектов на разных уровнях иерархии модели, а также формирование связей между смысловыми элементами.

Построение обобщений и укрупнений в нейронной модели среды происходит в процессе отражения и творческого обобщения индивидуального опыта, а также в процессе научного творчества. Однако всегда процессу творчества предшествует постановка цели и связанное с этим возникновение доминант и фиксированных очагов возбуждения. Эта цель, в начале, может иметь очень приблизительное полу-интуитивное выражение. И, тем не менее, постановка цели, сопровождающая когнитивное творческое мышление, приближает его к рассмотренной схеме поведенческого мышления.

Когнитивное творческое мышление сопровождает нас всю жизнь при индивидуальном случайном или целенаправленном взаимодействии в процессе обучения с объектами окружающего мира. Оно состоит в создании в мозге новых нейронных моделей обобщенных и укрупненных объектов проблемной среды, а также в фиксации свойств этих объектов и связей с другими смысловыми объектами. Таким образом, когнитивное мышление подчиняется принципам целенаправленности и целостности. При обучении на основе индивидуального опыта взаимодействия со средой на первое место выходят эмоционально окрашенные предметно-образные представления (правое полушарие коры головного мозга).

Основной целью научного творчества является обнаружение закономерностей в наблюдаемых данных о свойствах среды и формулирование на этой основе теоретических обобщений. Эти обобщения могут быть качественными или принимать вид строго описываемых физических законов, например, законов механики или законов геометрической оптики. Следующим уровнем обобщения могут быть принципы оптимальности. Так законы механики обобщает принцип наименьшего действия (Мопертуи, Эйлер), а законы оптики обобщает принцип скорейшего пути распространения света (Ферми).

Для формулировки и включения в нейронную модель точных (однозначно трактуемых) результатов научного творчества полезен специальный язык. Это особенно важно в естественных науках – в физике и химии. Наиболее эффективен в этом плане язык математики. Создание в составе нейронной модели среды адекватного языка в свою очередь может быть объектом и вторичной целью творчества. Таким образом, научное творчество в основном базируется на понятийно-логическом мышлении (левое полушарие коры головного мозга). Следует отметить, что понятийно-логическое и образное мышление всегда работают совместно, но относительная доля того и другого в разных процессах мышления может быть различной.

Считается, что наука получает и формулирует свои результаты в основном в понятийно-логической (языковой) части нейронной модели среды, используя перцептивно-образную часть модели как вспомогательную в процессе поиска решения, в то время как первичное

индивидуальное когнитивное мышление также как и искусство создают свои результаты, в первую очередь, в перцептивно-образной части модели среды, используя понятийную как вспомогательную.

Как уже говорилось, в процессе творчества важную роль имеет гипотеза и ее проверка на основе порождения и оценки вариантов, а, следовательно, фантазия, умозрительное моделирование и умозрительное конструирование. Решению задачи в случае созидательного творческого мышления предшествует нетривиальная догадка, озарение или “инсайт”. Факторы, способствующие или мешающие озарению, т.е. нахождению гипотезы и решения, те же, что и в первом случае, т.е. в случае репродуктивного творческого мышления, но к ним добавляется еще что-то, часто называемое словом “гениальность”.

Что такое гениальность и можно ли ответ на этот вопрос сформулировать на конструктивном уровне?

Пока ответа на этот вопрос нет, приходится ограничиваться приблизительными качественными оценками. Иногда приводят слова Шопенгауэра о том, что талантливый человек попадает в цель, в которую не могут попасть другие, а гениальный попадает в цель, которую не видят другие. Этому в определенном смысле близко представление о том, что для решения репродуктивных творческих задач нужен талант, а для решения созидательных творческих задач часто нужна гениальность. Вероятно, возможны и другие признаки, образно и приблизительно характеризующие творческое мышление, талантливость и гениальность.

Итак, вернемся к вопросам, что такое творчество и может ли машина обладать творческим мышлением? Если оставить в стороне вопрос о художественном творчестве, то сказанное выше позволяет дать следующее предварительное определение. Творчество это активный целенаправленный процесс получения новой ценной информации и включения ее в целостную иерархическую модель среды (мира). Реализуется этот процесс активным целенаправленным творческим мышлением.

Создавать новую ценную информацию машина может. Например, просто перебором и отбором, если задан критерий отбора. Остается вопрос, может ли при этом работа машины удовлетворять принципам целостности, целенаправленности и активности. Целенаправленность работы и целостность получаемого результата в машине достижимы.

Может ли машина быть активной, или активность это исключительное свойство живой системы? Все зависит от того, как мы определим активность. Таким образом, ответы на поставленные вначале вопросы зависят от вводимых определений. Можно к последнему определению творчества сделать еще одно естественное дополнение и считать, что творчество это *сознательный, управляемый волей* активный целенаправленный процесс получения новой ценной информации и включения ее в целостную иерархическую модель среды (мира). При таком определении снова возникают вопросы:

Что такое сознание?

Может ли машина обладать сознанием?

Что такое и как реализуется воля?

Ответов на эти вопросы пока еще нет. Поэтому в случае последнего и представляющегося наиболее правильным определения творчества, нет ответа и на вопрос, может ли машина обладать творческим мышлением.

Отдельный вопрос:

Существует ли обязательная связь между творчеством и эмоциями?

В связи со всем сказанным можно также затронуть вопрос об иногда упоминаемом “творчестве” эволюции. Эволюция создает новые полезные свойства живых систем и фиксирует эти результаты в виде ценной генетической информации. Возможны аргументы в пользу активности прогрессивной эволюции. Является ли этот процесс творчеством? Нет, но только в случае, если придерживаться определения, требующего, чтобы процесс творчества был управляемым и сознательным.

3.7.3. Художественное творчество.

Творчество это основное, что всегда сопровождает процесс создания произведений искусства. При создании произведений искусства также как и при других видах творчества должна возникать новая ценная информация. Соответственно, новая ценная информация должна возникать у слушателя, зрителя, читателя. Это может оспариваться, поскольку существуют такие виды искусства, которые не имеют словестно выражаемой смысловой части. Например, симфоническая или камерная инструментальная музыка. Не имеет словестно выражаемой смысловой части и абстрактная живопись. Однако, мы уже отмечали, что информация в мозге может выражаться не только понятиями, а соответственно и словами, но и образами, фиксируемыми в перцептивно-образной части модели среды.

Еще Белинский писал, что искусство это мышление в образах. В результате художественного творчества создаются обобщенные и узнаваемые образы. Их эмоциональная окраска способствует переносу этих образов в нейронную модель человека, воспринимающего произведение искусства. Этот процесс субъективен и неоднозначен. При этом существующая у зрителя, слушателя, читателя модель его мира не только дополняется чем-то новым, но и корректируется. Эти изменения модели мира могут влиять на все протекающие в мозге процессы, в том числе на обучение, восприятие, поведение и даже абстрактное мышление.

В процессе создания произведения искусства у создателя возникает устойчивый очаг возбуждения, который гасится при окончании работы и достижении цели. Это сопровождается положительной эмоцией, иногда очень сильной. (Вспомните: Ай да Пушкин, ай да сукин сын, что сочинил!).

Создаются и кратковременные промежуточные очаги возбуждения, которые гасятся по мере создания произведения или его восприятия. Воспринимающий произведение искусства как бы участвует в его создании и в связанных с этим переживаниях. Возникновение и гашение очагов возбуждения сопровождается эмоциями, причем иногда очень сильными. Таким образом, зритель, слушатель, читатель вовлекаются в процесс творческого мышления, создающего новую ценную информацию.

Иногда эмоциональное воздействие стихов или музыки целиком связывают с созданием в головном мозге и гашением временных очагов возбуждения. В музыке временные очаги возбуждения возникают на основе предвидения, определяющегося гармонией и мелодией. В стихах предвидение создается размером и рифмой. Предвидение, создание и гашение временных очагов возбуждения, безусловно, играет большую роль в восприятии музыки и стихов. Однако только этим воздействием художественного произведения далеко не исчерпывается.

Перцептивно-образное мышление связано с понятийным, которое тоже может быть образным. В процессе творческого художественного мышления образы не только создаются но и, настолько, насколько это возможно, связываются со словестно выражаемыми понятиями. На основе таких связей у читателя или зрителя часто возможны какие-то конкретные (правда, часто не однозначные) эмоциональные интерпретации произведений искусства, в первую очередь таких, как литература, театр, предметная живопись.

Поэт написал:

Запретить совсем бы ночи - негодяйке
Выпускать из пасти столько звездных жал.

У читателя могут возникнуть перцептивные и одновременно понятийные образы ночного звездного неба и жалящих душу звездных жал.

И далее:

Взвоят и замрут сирены над Гудзоном,
Будто бы решают выть или не выть.

Лучше бы не выли, пассажирам сонным
Нужно просыпаться думать, есть, любить.

Здесь происходит переход сначала к звуковым образам, затем к образам одушевленных сирен, решающих выть или не выть и затем к эмоционально окрашенным понятийно-логическим образам.

Гораздо сложнее интерпретировать воздействие симфонической или камерной музыки, также как и абстрактной живописи, когда нет текста, а ограничиваться, как это часто делают, ссылками на предвидение и гашение временных очагов возбуждения недостаточно.

Поэт написал:

И только музыкой, не словами всколыхнулась земная твердь.
Звуки поплыли над головами вкрадчивые как смерть.
И будто древних богов ропот, и будто дальний набат,
И будто все великаны Европы шевельнулись в своих гробах.
И звуки начали душу нежить, и зов любви нарастал,
И нечисть, ненависть, небыль, нежить бежали как от креста.

В подобных случаях при очень большой идущей от музыки эмоциональной нагрузке возникающие образы и связываемые с ними понятия могут быть конкретны, а могут быть абстрактны и неоднозначны. Однако, у многих людей возникает часто сходная эмоциональная направленность. Какая ценная информация при этом создается, и как эта информация фиксируется в смысловых единицах нейронной модели среды (мира) и в связях между ними? Точно ответить на этот вопрос на современном уровне представлений о работе мозга в процессе мышления нельзя. Однако понятно, что возникающие в воображении эмоционально окрашенные художественные образы как-то корректируют существующую у воспринимающего произведение субъективную модель среды (мира).

Восприятие субъективно. У каждого воспринимающего произведение искусства есть модель его мира. Эти необходимые для восприятия модели у разных людей отличаются, имея разные образы, разную эмоциональную окраску образов и их разное понятийно-логическое выражение. Модель мира не задается генетически. Входящие в нее образы и их эмоциональная окраска строятся в процессе восприятия и получения опыта. В том числе и опыта восприятия, например, классической музыки. Поэтому одно и то же произведение может восприниматься одними и не восприниматься другими вплоть до активного отторжения. Остаются не имеющие ответа вопросы: как возникают постоянные или временно возникающие связи между образами модели и не имеющими словесного или объектного зрительного выражения элементами художественного произведения; как возникает эмоциональная окраска произведения, в том числе и общая окраска, не связанная ни с возникающими ассоциациями, ни с формированием и гашением временных очагов возбуждения. Остается без ответа и вопрос- может ли машина обладать художественным творчеством?

3.8. Роль эмоций.

Выше говорилось, что одно из важнейших отличий живого от неживого состоит в том, что только у живых систем есть такие “виталистические” функции как ощущение себя и оценка своего состояния. У простейших живых организмов и у растений эти функции присутствуют в элементарном зачаточном виде. Эти функции каким-то образом порождают “желание” и активность и заставляют работать живую систему, т.е. поддерживать свое существование. По мере эволюционного развития у высокоразвитых живых организмов эти функции в части, связанной в первую очередь с внешним поведением, выходят на уровень сознания и становятся эмоциями.

Часто с понятием эмоция связывается представление о чем-то особенном, таинственном и, может быть, не материальном и, во всяком случае, отсутствующем в неживой природе и присутствующим только высокоразвитым живым организмам. Иногда считается, что эмоции ближе к душе, чем к телу, к сердцу (в индустриальном смысле), чем к рассудку. В художественной литературе и в быту часто противопоставляются и даже считаются взаимоисключающими чувства и расчет, эмоциональность и рассудочность. При этом эмоциями обычно называют сильные чувства, такие как переживания, вызываемые любовью, гневом, страхом, отчаянием и т.п.

Однако, существуют и научные представления, состоящие в том, что эмоция это рабочий механизм, используемый живым организмом в процессе мышления для управления обучением, восприятием, поведением и даже в процессе абстрактного мышления. В этом случае считается, что главным образом работают не сильные эмоции, а относительно слабые эмоциональные оценки типа лучше-хуже по шкале хорошо-плохо.

Именно оценки такого рода и рассматриваются, в первую очередь, как основной рабочий инструмент управления поведением. Такие же оценки используются для управления процессом мышления и в других режимах, в том числе в творческом мышлении и при решении формальных задач. Приспособительный смысл сильных экстремальных эмоциональных состояний связывается с управлением поведением в исключительных особых ситуациях.

В то же время, отвечая на вопросы о том, что, зачем и как делают эмоции в процессе мышления, недостаточно ограничиваются только рассмотрением явно ощущаемых эмоциональных оценок. Не только ощущаемые слабые и сильные эмоциональные чувства, но и не выходящие на уровень сознания фоновые эмоциональные оценки общего характера тоже играют роль в процессах управления поведением и мышлением.

Если вопрос о том, что делают эмоции в процессе управления поведением часто рассматривается, то, к сожалению, вынужденно остается в стороне вопрос о том, как они это делают. Вынужденно потому, что в биологии нет еще конструктивных знаний о конкретных физиологических эмоциональных механизмах управления.

Итак, будем считать, что эмоциональные оценки вырабатываются и используются для управления процессами поведения, восприятия, обучения и в процессе абстрактного мышления. Кроме того, эмоциональную оценку получает состояние и работа нейронных механизмов мозга.

Эмоциональные оценки, используемые для управления поведением, складываются из многих составляющих.

Во-первых, на общую эмоциональную оценку влияет совокупное значение текущих как первичных физиологических, так и вторичных психологических потребностей, а также направление и скорость изменения этого совокупного значения. Эта величина оценивается по близости к границе области допустимых значений регулируемых параметров [14,15].

Во-вторых, на общий эмоциональный фон влияет соотношение необходимого и возможного, определяемое скоростями возрастания потребностей и возможными скоростями их уменьшения в достижимых целевых состояниях взаимодействия со средой.

Третьей составляющей является эмоциональная оценка живыми организмами возможных вариантов поведения в ситуации альтернативного выбора.

Еще одна составляющая эмоциональной оценки ситуации связана с прогнозированием и зависит от совпадения или не совпадения воспринимаемой органами чувств ситуации с предвидимой.

Таким образом, эмоциональная оценка живым организмом своего состояния, своих возможностей, вариантов поведения и ситуаций взаимодействия со средой очень многопланова. Эти оценки конкретизированы в виде формул в [14,15] применительно к

упрощенной формальной модели поведения. Такие формулы являются условными и служат не для вычислений, а лишь для конкретизации и уточнения качественного понимания.

Выразить все отмеченные эмоциональные оценки условной единой, невычислимой в реальном случае громоздкой формулой эмоций, конечно можно, но не представляется полезным. Кроме того, выделенные выше составляющие эмоций проблему определения их приспособительного смысла не исчерпывают.

Один из иных аспектов эмоций – это уже упоминавшиеся мощные эмоции, сопровождающие экстремальные состояния, например, такие как страх, горе, восторг, отчаяние. Как отмечалось, именно сильные ощущения, связанные с такими состояниями и называются эмоциями в обычном житейском плане. Имеют ли эти экстремальные эмоциональные состояния какой-то приспособительный смысл?

Можно предположить, что подобные эмоциональные состояния играют, главным образом, роль прерываний или блокировок спокойного рассудочного механизма оценочного эмоционального выбора среди альтернативных линий поведения. Это нужно тогда, когда напрямую, без какого либо сравнения и выбора возникает сильная доминантная потребность, фиксирующаяся сложившейся критической ситуацией, а все возможные оцениваемые в обычных ситуациях варианты бесполезны, не нужны или вредны, а полезны только безальтернативные простые рефлекторные действия, например, замереть, бежать, кричать и т.п.

Выше приводилось предположение о том, что эмоциональные оценки работают и при управлении нейронными механизмами работы мозга, т.е. о том, что эмоциональные оценки возникают при формировании в нейронной сети, поддержании и гашении стабильных и кратковременных очагов возбуждения, сопровождающих постановку и решение задач поведения, восприятия и обучения, а также и формальных задач мышления.

Эмоционально оцениваются не только варианты взаимодействия организма со средой, но, как уже отмечалось, вырабатывается оценка и общего эмоционального фона, зависящего от приближения организма к границе биологической адаптации [5], или к границе области допустимых значений регулируемых переменных [14,15].

Положительную эмоциональную оценку получают и внешние информационные воздействия, способствующие нормализации состояний нейронов коры головного мозга. Это, прежде всего, внешние явления, имеющие равномерную ритмическую компоненту, например, спокойная тихая музыка, свет костра, морской прибой, лес и др.

Таким образом, разноплановых факторов, требующих оценки и сравнения при управлении поведением, много. Много оцениваемых факторов разных модальностей присутствует и в процессах восприятия, обучения и абстрактного мышления. Эмоция это универсальное средство оценки по шкале хорошо - плохо. В нервной системе постоянно происходит интеграция разных эмоциональных оценок и выбор на этой основе как конкретных вариантов действий, так и общих планов поведения.

Поведение, в конечном счете, направлено на максимизацию интегральных положительных эмоциональных оценок и минимизацию отрицательных. Выше высказывалось предположение о том, что эмоциональные оценки могут участвовать и в работе механизмов эволюции.

В животном мире управление действиями организма, основанное на эмоциональных оценках, как правило, работает правильно, реализуя направленность всех изменений на максимизацию времени существования, то есть выживание, особи и вида.

У человека в современном обществе с его широкими возможностями формирования и удовлетворения многочисленных не вполне естественных, а часто и вполне неестественных вторичных потребностей, это, к сожалению, не всегда так. Искусственное формирование расширенной области управления с добавлением неестественных эмоциональных переменных, направленных только на получение удовольствия, может приводить к получению

неправильного результата управления поведением, то есть принцип maxT, реализуемый в искусственно расширенной области управления, может приводить к результату, в значительной степени не отвечающему задаче максимизации времени существования особи и вида.

Еще значительно хуже и опасней возможность вызывающего эмоции непосредственного химического или электрического воздействия на нервную систему. Такое воздействие может сопровождаться прямым получением сильных положительных эмоций и иногда почти полностью нарушать работу мозга по целесообразному управлению поведением. Иллюстрацией этого являются алкоголь, наркомания, а также эксперименты на животных, посвященные исследованиям самораздражения.

Итак, эмоциональные оценки это универсальное средство сравнения альтернативных вариантов поведения и конкретных действий, это средство оценки как реального, так и ожидаемого взаимодействия со средой, это средство оценки состояния организма вообще и мозга в частности. То есть, еще раз отметим, что живой организм имеет универсальное средство оценки по шкале “плохо - хорошо” самых разнообразных как реальных, так и умозрительно представляемых состояний и ситуаций. Получаемые оценки используются не только для управления поведением, восприятием и обучением, но и вообще любой мыслительной работой.

Выше мы говорили о различных функционально-логических, т.е. внешних составляющих эмоциональных оценок. При упрощенном моделировании поведения живого организма можно, конечно, для какого-то формального случая задаться соответствующими формулами и вычислять “эмоциональные” оценки, т.е. получать числа, сравнивая которые можно программно выбирать как общие линии поведения, так и конкретные действия. Однако, очевидно, что простое сравнение чисел это совсем не то, что живое ощущение эмоции.

Для того, чтобы понять отличия живого организма от не живой системы (например, компьютера) нужно ответить на многие принципиальные вопросы:

Что такое и как устроены ощущение и оценка своего состояния

Как на биологическом уровне формируется общая эмоциональная оценка, как она выражается, как ощущается и чувствуется.

Как эта оценка заставляет организм работать, как становится сильным, а иногда очень сильным и даже непреодолимым фактором.

Что такое эмоциональное переживание, ощущение и чувство и желание.

Как все это биологически завязано на реализацию основных внешних функций организма – целенаправленность и активность.

Как бессознательная оценка состояния участвует в управлении выходящей за рамки гомеостаза активной внутренней работой живой систем, в том числе и активной работой нейронных механизмов мозга в процессе мышления.

Без ответа на эти вопросы нельзя говорить о полном понимании “виталистических” функций “оценка состояния” и эмоция, а, следовательно, нельзя говорить и о возможности или невозможности полного моделирования живой системы и, в первую очередь, о возможности или невозможности полного моделирования процесса мышления.

3.9. Сознание, воля.

Мозг находится в одном из двух состояний – бодрствование или сон. И то и другое состояние являются рабочими. При бодрствовании непрерывно работает субъективная иерархическая модель среды (мира), включающая модель собственного “Я”. Эта работа мозга, включающая как направленный процесс мышления, так и ненаправленный поток случайных мыслей, отражается в сознании, т.е. сопровождается непрерывным осознанием и пониманием происходящего процесса мышления.

Во время глубокого сна сознание отсутствует, и нейроны работают в автоматическом режиме, обеспечивающем, по-видимому, равномерную нормализацию их функциональных состояний. В переходном состоянии от сна к бодрствованию возникают сновидения, и сознание частично восстанавливается.

Основная, отражающаяся в сознании работа модели среды, в каждый момент состоит в реализации одного из процессов восприятия, обучения, управления поведением или абстрактного мышления. При отдыхе и отсутствии целенаправленной умственной работы в модели среды реализуются отражающиеся в сознании ненаправленные процессы воспоминания, воображения и фантазии.

Важный момент работы модели среды состоит в том, что непрерывно и непроизвольно происходит эмоционально окрашенное соотнесение себя со средой как субъекта восприятия, поведения и мышления в отношении прошлого, настоящего и будущего, в том числе не только в отношении реально существующих или предвидимых ситуаций, но и в отношении умозрительно моделируемых как возможных, так и невозможных ситуаций. Сознание как бы “высвечивает” все эти процессы. В рамках этого высвечивания и происходит вся мыслительная понимаемая и осознаваемая человеком умственная работа, в том числе и направленная, управляемая волей умственная работа.

Что значит высвечивает? Как, для кого и зачем высвечивает? Высвечивает для человека, т.е. для “Я” позволяя ему осознавать и понимать ситуацию, направленно инициировать и направлять идущие в модели мыслительные процессы и использовать их результат. В сознании отражается работа возбуждающихся нейронных ансамблей, а именно ансамблей, активируемых в процессе конкретного мышления. Субъективная нейронная модель среды (мира) является целостной. Осознавать и понимать означает соотносить активацию конкретных смысловых единиц модели со всей моделью и, в первую очередь, со своим “Я”. А что означает осознание и понимание на нейрофизиологическом уровне? Точного ответа на этот вопрос нет. Нет точного ответа и на функциональном уровне.

Однако, в отношении сознания можно предложить следующую не полную и приблизительную интерпретирующую аналогию. Сознание это как бы наблюдение театрального действия, в котором “Я” является одновременно зрителем, режиссером и главным действующим лицом. Входная сенсорная информация целенаправленно получается и обрабатывается моделью, фиксирует участвующие в действии объекты и процессы, а также образует мизансцену и декорации. В действии участвуют как внешние объекты, ситуации и процессы, так и умозрительные внутренние, порожденные мышлением.

Действие спектакля отражает процесс мышления. “Я” не просто наблюдает спектакль и участвует в нем, а с некоторыми, а иногда и значительными, ограничениями, может вмешиваться в ход спектакля, изменяя направление и ход действия, т.е. изменяя как действия так и процесс мышления. Это интерпретируется как воля. Таким образом, волевым усилием мыслящий субъект может изменять не только ход мышления, но, следовательно, и идущие в модели среды, т.е. в мозге, физические процессы.

Однако, в процессе практического мышления общее направление и мысленно рассматриваемые варианты, в конечном счете, инициируются потребностями, доминантами и подчиняются принципу оптимальности $\max T$ [14,15]. При формальном символично - логическом мышлении роль волевого управления увеличивается, но и в этом случае общее направление задается и поддерживается существующей целью (потребностью) и соответствующей доминантой.

Тем не менее, мышление это всегда непрерывный понимаемый управляемый сознательный акт. Ход мышления и все его этапы и результаты отражаются в сознании. “В темноте” и “на автомате” мышление не происходит. “В темноте” без выхода на уровень сознания происходят вспомогательные процессы интуиции и подсознания. Но и эти процессы “за сценой” не являются полностью автоматическими. Они всегда имеют ассоциативные или

смысловые связи с тем, что отражается в сознании и сами могут переходить на уровень сознания.

Если возникновение и содержание сознания можно связывать с работой активируемых в процессе мышления актуальных фрагментов модели среды, т.е. конкретных нейронных ансамблей, то нет никаких гипотез о нейрофизиологических механизмах возникающих умственных представлений, т.е. осознания и понимания.

Можно только сказать, что понимание основывается не столько на осознании отдельных смысловых элементов модели среды (мира), сколько на осознании этих элементов в составе целостной иерархической модели, включающей укрупнения и обобщения, а также и взаимосвязи между ними на всех уровнях иерархии модели.

Точно также, нет представлений о нейрофизиологических механизмах возникновения и работы умственных волевых усилий, целенаправленно направляемых на изменение хода мыслительного процесса.

Соответственно, нет никаких предпосылок для адекватного моделирования этих процессов.

4. Может ли машина мыслить

4.1. Об определениях.

Может ли машина мыслить? Можно ли построить мыслящую машину? Это разные вопросы. Для ответа на эти, горячо обсуждавшиеся в середине прошлого века вопросы, естественно, нужно дать определения – что такое машина и что такое мышление. Если полагать, что естественные живые системы машинами не являются, то можно считать, что определение того, что такое не машина, т.е. жизнь, приведено выше. В основе этого определения лежит принцип устойчивого неравновесия Э.С. Бауэра со сделанными выше добавлениями.

Конструктивной общепринятой теории мышления нет ни в точных науках, ни в биологии. Соответственно нет и определения мышления. Однако, на вопрос может ли машины мыслить, многие, не имея определения мышления, уверенно отвечают положительно, мотивируя это тем, что мозг и мышление материальны, а, следовательно, в принципе, искусственно (в машине) воспроизводимы.

Правда, можно предположить, что такие необходимые свойства человеческого мышления как сознание, воля, активность и целенаправленность есть следствие особой организации материи, т.е. такой организации материи, которая делает ее живой. В этом случае, с учетом принятого на основе принципа устойчивого неравновесия определения жизни, возникает вопрос: можно ли искусственно создать мыслящую систему с активно и устойчиво поддерживаемым неравновесием. При этом возникает и второй более конкретный вопрос: что заставляет живую систему постоянно активно выполнять внутреннюю и внешнюю работу для поддержания необходимого уровня свободной энергии, т.е. для создания и поддержания устойчивого неравновесия? Понимание того, что у живых систем есть ощущения и внутренние оценки своего состояния, эволюционно переходящие в эмоции, конструктивного ответа на этот вопрос не дают.

Однако, может быть, положительный ответ на вопрос можно ли искусственно создать мыслящую систему с активно и устойчиво поддерживаемым неравновесием будет означать признание возможности искусственного построения альтернативной жизни, которая при этом будет материальной, но будет ли или не будет машиной непонятно.

В любом случае конструктивное определение того, что мы согласны считать мышлением необходимо хотя бы для того, чтобы иметь возможность как-то оценивать результаты наших попыток моделирования, не ограничиваясь при этом тестом Тьюринга.

4.2. Тест Тьюринга

На тест Тьюринга очень часто ссылаются, поэтому считаю полезным привести его оценку. Не вводя определения мышления, Тьюринг предложил считать машину мыслящей, если ведя диалог с ней на любую тему человек будет думать, что он общается с человеком. Несмотря на то, что на тест Тьюринга часто ссылаются, в действительности, этот тест, основанный на игре в имитацию, не только ничего не дает для ответа на вопрос что такое мышление, но почти ничего не дает и для однозначного ответа на вопрос о том, мыслит ли тестируемый объект.

Исходно предполагалось, что если экзаменатор на основании содержания ответов на задаваемые им вопросы решит, что экзаменуемый объект человек, то этот объект мыслит. Ничего подобного. Машины могут обладать огромной информацией и на точно поставленные корректные вопросы формально, не привлекая мышления отвечать не хуже, а чаще всего и лучше (правильнее) чем человек.

Пытаясь понять с кем он беседует, с машиной, или с человеком, экзаменатор будет ориентироваться не столько на правильность ответов, сколько на их “человечность”, т.е. естественность, неформальность, эмоциональность, экспрессию, чувство юмора и т.п. С целью “разоблачить” машину экзаменатор может шутить, задавать некорректные и глупые вопросы и анализировать при этом не столько правильность ответов, сколько их эмоциональную окраску.

Такое ведение диалога действительно может помочь экзаменатору отличить машину от человека. В то же время, программист, разрабатывая программу, специально предназначенную для прохождения теста Тьюринга, будет учитывать особенности диалога с человеком и постарается для обмана экзаменатора не столько моделировать мышление, сколько имитировать эмоциональные реакции человека. Все это не имеет никакого отношения к определению того, мыслит или нет испытуемый объект.

При разработке программы, предназначенной для прохождения теста Тьюринга, трудность будет состоять не только и не столько в имитации естественной человеческой речи и эмоциональных реакций, но и в правильном понимании машиной сформулированных неформальных вопросов на естественном языке. Здесь тоже возможны разные способы обмана экзаменатора, например, набор универсальных “эмоциональных” ответов, встречные вопросы и др.

Однако, стопроцентного результата все средства обмана экзаменатора могут не давать. Поэтому, для понимания вопросов, задаваемых на естественном языке, и построения правильных естественных человеческих ответов, в машине должен осуществляться семантический анализ фраз. Это уже ближе к мышлению.

Блок семантического анализа, также как и блоки синтаксического и морфологического анализа, есть во всех современных системах машинного перевода. Качество машинного перевода в первую очередь зависит от качества семантического анализа. Над этим работают, стремясь к тому, чтобы машинный перевод не отличался от человеческого. Можно ли будет считать, что машина мыслит, если в ней будет реализован полноценный семантический анализ, достаточный для безукоризненного перевода и, соответственно, для правильной интерпретации задаваемых вопросов и правильного, естественного построения ответов? Нет, поскольку понимание естественного языка это необходимая, очень важная, но только одна из многообразных функций мышления.

Таким образом, тест Тьюринга не подходит для определения того, мыслит или нет конкретная машина. Тем более тест Тьюринга не дает ответ на вопрос что такое мышление, а также ничего не дает и для ответа на вопросы: может ли машина мыслить и можно ли реально построить такую машину.

4.3. Перспективы создания искусственного разума

Итак, для ответа на вопрос “может ли машина мыслить” все же, как минимум, нужно определить, что такое машина и что такое мышление. Мы уже вводили определение живой

системы на основе принципа устойчивого неравновесия Э.С.Бауэра. Возможно, что именно устойчивое неравновесие, реализованное в биологических системах, лежит в основе таких свойств живого, как ощущения, эмоции, сознание, воля, целенаправленность, активность.

Является ли устойчивое неравновесие необходимым условием для возникновения этих свойств? Скорее всего, да. В то же время, являются ли эти свойства, необходимые для живого человеческого мышления, также необходимыми и для искусственной реализации полноценного мышления, ни в чем не уступающего человеческому? Ответ неоднозначен и, в частности, зависит от конкретизации терминов “полноценного” и “не уступающего”, т.е. мы опять возвращаемся к необходимости ввода определений.

Можно ли построить искусственную систему, активно и устойчиво поддерживающую свое неравновесие и обладающую при этом всеми “виталистическими” свойствами живого? Если можно, то не окажется ли при этом, что мы создали не машину, а полноценную альтернативную хоть и искусственную, но все-таки жизнь? Не известно. Снова все зависит от принимаемых определений. В настоящее время мы не можем с абсолютной уверенностью ответить на все эти вопросы.

Частичные сопоставления мозга и машины часто делают, выделяя какие-то отдельные, представляющиеся наиболее важными свойства. Так сравнивая возможности мозга и систем искусственного интеллекта, искусственную систему обычно отождествляют с конечным автоматом. В то же время, чаще всего говорят, что мозг не является конечным автоматом, поскольку он обладает сознанием, которое невычислимо и не имеет алгоритмического выражения.

Сознание это четко не определяемое необходимое свойство процесса человеческого мышления. Как уже отмечалось, при сравнении возможностей живого мозга и машины сознание может стать одним из критериев, а может быть и основным критерием сравнения, если оно будет точно определено как на психологическом, так и на физиологическом уровне. Мне кажется, что таким же важным критерием может стать волевое управление процессом мышления.

Конструктивных представлений о формировании воли и сознания пока еще нет. Поэтому, представляется, что почти таким же важным, но более удобным и точным критерием сравнения мозга и машины может быть наличие свойства активности. При этом, если в искусственной системе реализовать свойство активности, то отождествление ее с конечным автоматом окажется неверным.

В конечном автомате работа выполняется по схеме вход – преобразование – выход. В активной системе выход может порождаться не в зависимости от входа, а в зависимости от собственных внутренних потребностей. В живой системе выход может создаваться в зависимости от потребностей, порождаемых необходимым неравновесием, собственной неустойчивостью и необходимостью поддержания, как неравновесия всей системы, так и неравновесия активных элементов мозга.

Если реализовать такую схему работы в машине, т.е. реализовать в машине свойство активности, то у тех, кто отрицает возможность реализации мышления в машине, повисает в воздухе опора на формальные доказательства типа теоремы Пенроуза. Правда, мы уже отмечали, что создание системы, активно поддерживающей свое неравновесие, может быть эквивалентно созданию искусственной альтернативной жизни.

Однако, может быть создать активную систему можно и как-то по-другому. Но из этого еще не будет следовать, что нет каких-то иных доводов в пользу невозможности реализации машинного мышления, сопоставимого с мышлением человека. Кроме того, активность неравновесной живой системы и искусственная активность машины,

скорее всего, могут отличаться принципиально. Важным шагом в понимании проблемы может стать нейронное (программное) моделирование свойства активности.

Некоторые соображения по этому поводу приведены выше в разделе 3.

Насколько возможно в искусственной системе реализовать все неалгоритмические свойства живого, в том числе свойства сознания, воли и активности? Скорее всего нельзя, если ограничиваться алгоритмическим воспроизведением внешних функций. В то же время, любой физический объект можно смоделировать программно с любой задаваемой точностью, если, конечно, воссоздавать не внешние функции, свойства и проявления, а полностью моделировать внутреннее устройство. Однако, для этого нужно точно знать все внутренние свойства.

Применительно к такому программному моделированию мозга, или только какой-то ограниченной нейронной сети, в этом случае нужно для каждого нейрона и каждой нервной связи определить и задать все изменяющиеся параметры, законы их изменения и изменять все параметры потактно просчитывая рекуррентные соотношения. Кроме того, нужно задать исходную топологию связей и правила ее изменения.

В отношении целого мозга эта задача пока еще представляется нереальной. Причем не только в количественном смысле (миллиарды нейронов разных типов и триллионы связей). Мы еще далеко не все знаем о составе и необходимых свойствах рабочих элементов мозга.

Иногда говорят, что моделируя живую нейронную сеть нужно выделять логические свойства нейронов, отделяя их от свойств, необходимых для удовлетворения собственных нужд живой клетки. Такое отделение конечно упрощает моделирование, но может быть и ошибочным, нарушая целостность моделируемого объекта.

Например, не исключено, что для полного моделирования мозга нужно моделировать не только логические свойства его элементов, но и такие биологические свойства элементов живой системы, как неравновесность и внутренняя неустойчивость. Как уже говорилось, возможно, что именно это определяет особые “виталистические” свойства живой системы и, в частности, мозга, т.е. сознание, волю, активность, целенаправленность и эмоции.

Таким образом, не исключено, что, с учетом принципа целостности, для полного моделирования мозга нужно полностью моделировать все элементы и функции нервной клетки и нервных связей. Правда, это представляется нереальным не только сейчас, но и в обозримом будущем.

Итак, можно ли вообще определить и реализовать на неорганической основе все свойства элементов живого? Не известно. Может быть и нельзя. Возможно ли это применительно к мозгу? Не известно.

Можно ли строить какие-то ограниченные, но все-таки полезные работающие модели? Пока еще имеющихся детальнейших знаний об устройстве мозга в целом и его элементов недостаточно. Будет ли это возможно в будущем? Может быть. Однако, в настоящее время можно рассчитывать только на какие-то малые шаги в последовательном приближении. Примеры таких начальных и самых элементарных шагов моделирования, основанных главным образом на идеях Л.Б. Емельянова – Ярославского описаны в [7,8,11,14,17]. Есть надежда, что на основе подобных шагов, направленных на последовательное приближение к пониманию проблемы, можно будет, в конечном счете, прийти к полному пониманию и конструктивному определению мышления.

Таким образом, полное определение мышления должно опираться не только на внешние свойства и функции, но и на работу порождающих эти функции внутренних механизмов. Вынужденно ограничимся частичным определением и перечислим снова приведенные выше в 3.1 основные активно, целенаправленно и сознательно решаемые мозгом специфические задачи, характеризующие внешнюю сторону мышления.

Специфические решаемые в процессе мышления задачи это:

-реализация **активного целенаправленного обучения** и построение информационной системы в виде целостной **активной иерархической модели мира, включающей модель собственного "Я"**, построение в модели иерархий часть-целое и частное-общее (когнитивное мышление);

-реализация **активного целенаправленного субъективного восприятия**, управляемого с понятийного уровня иерархической модели среды (перцептивное мышление);

-реализация процесса управления целенаправленным поведением в **многоэкстремальной** среде, обеспечивающего, сведение многоэкстремальных задач поведения к одноэкстремальным (поведенческое или практическое мышление);

- создание и использование языков общения, описания и формальных языков;

- решение формальных задач;

- решение **творческих** задач.

Кроме того, в дополнение к основным активно сознательно и целенаправленно решаемым мозгом задачам полезно выделить используемые в процессе мышления основные рабочие функции: предвидение, умозрительное моделирование, умозрительное конструирование, ассоциации.

Можно ли считать полезным частным определением мышления перечисление решаемых мозгом специфических задач и их внешних характеристик, например, таких как активность и целенаправленность? В каком-то приближении, по-видимому, можно. Так часто и делают, вынужденно ограничиваясь только внешними характеристиками. Однако, нельзя забывать, что к простому перечислению решаемых мозгом задач и их особенностей нужно добавить представление о том, как мозг это делает, т.е. добавить представление о процессе мышления. То есть определение мышления должно основываться не только на характеристике результатов процесса, но и на способе получения результата. При этом, точных представлений о выполняемом живым мозгом специфическом процессе мышления еще нет.

Итак, нет конструктивных представлений о том, что такое сознание. Нет точных представлений о том, как реализуются в мозге свойства воли и активности и соответственно можно ли реализовать эти свойства в машине. Нет конструктивных представлений о том, как реализуется в нейронной сети рассуждения, понимание и собственно мысль. Нет точных представлений и о том, как можно решать созидательные (не репродуктивные) творческие задачи. Тем более нет точных представлений о том, как реализуется художественное творчество и как воздействуют его результаты. Не имея этих знаний, нельзя дать полного определения человеческого мышления, а соответственно нельзя ответить на вопрос может ли машина мыслить как человек.

Теоретические и практические результаты, получаемые в направлениях работ алгоритмический искусственный интеллект, признаковое распознавание образов и формальные нейронные сети не только не решают проблему создания искусственного разума, но реально почти и не приближают к ее решению. Активное, целостное, целенаправленное структурное распознавание (восприятие), частично реализованное в программах Графит [4] и Finereader – рукопись [1,14, 15], исходно ориентировалось на моделирование важных особенностей живого восприятия.

В этих программах практически используются некоторые представления о принципах работы живого восприятия в процессе перцептивного мышления, т.е. представления о принципах целостности, целенаправленности и активности. Однако, эти работы, с одной стороны, не следует относить ни к направлению алгоритмический искусственный интеллект, ни к классическому направлению распознавание образов, и, с другой стороны, то, что удалось реализовать в этих работах еще очень далеко от полного целостного целенаправленного восприятия.

На понимание процесса мышления, в конечном счете, фактически направлены и работы по реализации семантического анализа в программных системах машинного перевода. Эффективный семантический анализ невозможен без создания и использования целостной иерархической модели проблемной среды. Для полного неформального семантического анализа к этому нужно еще добавить проблемы моделирования сознания и понимания. Однако, пока еще нет никаких конструктивных представлений о том, как решать все эти сложнейшие проблемы.

Некоторые отдельные режимы работы мозга в принципе можно было бы довести до специальной экспериментальной нейронной реализации. Например, выше высказывалось предположение о том, что активная работа мозга (модели среды) связана с возникновением в нейронной сети очагов возбуждения, влияющих на эмоционально оцениваемые функциональные состояния и возбудимость нейронов, а также о связи всех решаемых мозгом задач с необходимостью гашения очагов возбуждения.

Модельная экспериментальная иллюстрация подобного или какого-то иного процесса возникновения активности в каком-то приближении возможна. Однако, от такой иллюстрации до реально работающей модели с какими-то интересными внешними функциями будет еще очень далеко. И тем более далеко до моделирования не отдельных функций, а целостного процесса мышления.

Таким образом, для построения эффективных моделей мышления существующих знаний недостаточно. Выше приведено много конкретных вопросов, начинающиеся словом как, и не имеющих пока еще не только полных, но часто и приблизительных ответов. Выделим основное:

Как физически в нейронной сети возникает и реализуется активность?

Что такое и как физически в нейронной сети реализуется сознание?

Как физически в нейронной сети реализуется воля?

Что такое и как физически в нейронной сети реализуются рассуждение, понимание, смысл, мысль?

Что такое и как в нейронной сети реализуются ощущения, чувства, эмоции?

Являются ли функции активность, сознание, воля и целенаправленность необходимыми для полноценного, сопоставимого с человеческим мышления и, следовательно, должны ли эти функции входить в определение мышления?

Являются ли “виталистические” функции мышления следствием живой неравновесной организации?

Как уже отмечалось для того, чтобы построить полноценно мыслящую машину не нужно программировать процесс мышления, т.е. внешние необходимые для мышления функции. В принципе, достаточно программно моделировать мозг как физическое устройство. Возможно ли это теоретически и практически это отдельный вопрос. Если будет доказана теоретическая невозможность, то это должно быть сведено к формулировке каких-то физических запретов. В любом случае для начала нужно получить ответы на поставленные выше вопросы.

Полных конструктивных ответов на все приведенные выше вопросы нет, но все же можно выделить некоторые общие принципы, на которые можно и нужно, или, как минимум, полезно ориентироваться:

- принцип устойчивого неравновесия;
- принципы целостности, целенаправленности и активности;
- принцип maxT;
- единый эмоциональный критерий управления, в основе формирования которого лежат приведенные выше принципы;
- использование информации в виде целостной многоуровневой иерархической модели мира, включающей модель собственного “Я”;

- использование иерархической модели мира для сведения многоэкстремальных задач поведения к одноэкстремальным;
- использование единого эмоционального критерия управления для решения задач многопараметрической оптимизации;
- использование положительных обратных связей при управлении на уровне внешнего поведения, на уровне работы механизмов мозга и на уровне прогрессивной эволюции.

Итак, ни в технических дисциплинах, ни в биологии на сегодняшний день нет результатов, позволяющих надеяться на быстрое создание искусственного разума. Имеющиеся результаты в лучшем случае чаще всего являются внешними описаниями процесса мышления, либо частными и чаще всего приблизительными описаниями свойств внутренних механизмов. Не имея полной целостной теории мышления не только рано говорить о сроках создания искусственного разума, но нельзя с абсолютной уверенностью говорить и о принципиальной возможности или невозможности его создания. Не исключено, что существуют какие-то абсолютные запреты полной реализации “человеческого” разума в вычислительной машине.

Все, сказанное выше, имея отношение к общей проблеме моделирования мышления, ни в коем случае не перечеркивает проблему. Моделировать в последовательном приближении активное человеческое мышление можно и нужно. Но полное воспроизведение разума в компьютере очень сложная и очень далекая от решения проблема. Это огромная тема, для обсуждения которой нужно поднимать очень многие вопросы и, в частности, такие не простые вопросы, как жизнь и смерть, устойчивое неравновесие, активная антэнтропийная самоорганизация, репродуктивное и созидательное творческое мышление, сознание, воля, активность, целенаправленность, эмоции, ощущения, чувства. Эти вопросы в определенной мере затрагиваются в [14,15,16] и в этой книге.

Надеюсь, что мне с позиций “Виталики” удалось выделить основные вопросы и проблемы, определяющие специфику живого и его отличие от не живого. За рамками книги остаются многие интересные и важные темы, ставящие вопросы, ответ на которые важен для создания полного, целостного виталистического представления о жизни и разуме. Актуальными и важными являются, например, такие темы, как перспективы биологической эволюции, в том числе и в первую очередь эволюции человека, а также перспективы развития общества и развития цивилизации. В этом плане интерес представляют такие, появившиеся в последнее время понятия, как техночеловек и постчеловек.

Интересно понять является ли законом целостная интеграция живых систем (типа клетка-многоклеточный организм) и если да, то в каких условиях этот закон интеграции работает, какие формы он может принимать и распространяется ли он на социальную организацию. В связи с этим высвечиваются многие аспекты проблемы свобода. Полезно было бы рассмотреть и многие частные темы, например, такие как сон, старение и смерть. Это входило в начальный план книги, но пока временно отложено.

Практически все обобщающие работы в рассматриваемой области (от Винера до Пригожина) выделяют и подчеркивают важность проблемы ВРЕМЯ. Эта тема рассматривается в приложении 1.

В научно-популярной литературе и в прессе часто обсуждается проблема “риск создания Большого искусственного интеллекта”. Фактически эта проблема в некоторых ее аспектах в книге затрагивалась. В приложении 2 эта особая проблема рассматривается применительно к международному общественному трансгуманитарному движению и к общественному движению Россия-2045.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВРЕМЯ

Летят за днями дни и каждый час уносит
Частичку бытия.

А.С. Пушкин

И чтоб не часы показывали время,
А чтобы время честно двигало часы.

В. Маяковский.

Что такое непрерывное и бесконечное время и что такое непрерывное и бесконечное пространство? Человек не может конструктивно ответить на эти вопросы и уйти от простой констатации или каких-то внешних описаний. Соответственно, остаются вопросы: что такое время и что такое пространство, какова их сущность? Этим проблемам посвящено огромное количество работ, в том числе и работ выдающихся научных авторитетов. Достаточно вспомнить такие имена, как: Платон, Аристотель, Ньютон, Гегель, Кант, Винер, Эйнштейн, Хокинг, Пригожин, Козырев.

Приведенные в эпиграфе строки Пушкина вызывают мысль о необратимости времени, строки Маяковского вызывают ассоциации, касающиеся физической сущности времени. Эти два вопроса в разной интерпретации чаще всего обсуждаются в работах, посвященных проблеме время и считается, что именно эти вопросы в первую очередь определяют как суть, так и важность проблемы.

Все существующее в мире, который мы привыкли делить на объекты и ситуации, и все изменения объектов и ситуаций осуществляются и фиксируются нами во времени и пространстве.

Казалось бы, пространство понять и определить проще. Физическое пространство это весь наш мир, со всеми его физическими объектами. Для геометрического описания всего мира и входящих в него объектов мы легко и естественно принимаем евклидову геометрию – постулаты геометрии и трехмерную ортогональную систему пространственных координат. Все это соответствует прямому восприятию среды. Однако, для полного и адекватного описания мира этого может оказаться недостаточным. В связи с этим возникают иные способы описания – геометрии Римана и Лобачевского, предположения об изменении длин в зависимости от скоростей (преобразования Лоренца) предположения о n – мерности мира в целом и пространства, в частности, и др. Однако и это, как правило, отталкивается от нашего чувственного восприятия, описывается в алфавите восприятия, ограничивается просто заданием какой-то системы координат, позволяющей делать специальные пространственные описания, и проблему понимания сути бесконечного пространства может не решать. Возможно, что физическую сущность пространства не отражают просто координаты и возможность с их помощью фиксировать положения и геометрические свойства объектов, т.е.

создавать внешние геометрические описания. Физическую сущность пространства (и времени) не отражает и геометрическое описание, используемое в общей теории относительности. Не исключено, что *бесконечное* пространство организовано по каким-то неизвестным законам, в том числе, возможно и недоступным нашему пониманию, которое в этом случае может быть лишь некоторым приближением к истине.

Примерно то же самое можно сказать о времени. Говоря о времени наиболее естественно, в каком-то вынужденном приближении, придерживаться точки зрения Аристотеля, который считал время числом или мерой движения. Мы легко представляем себе время как одномерную координату – ось, на которой можно откладывать точки, соответствующие моментам времени, и измерять расстояния между этими точками – длительности. Все изменения в мире привязываются ко времени и имеют длительности. Значения на шкале времени естественным образом нормируются длительностями каких-то стабильных периодических процессов. Время представляется направленным, непрерывным и бесконечным, т.е. простирающимся от $-\infty$ до $+\infty$. Это, в целом соответствующее естественному прямому восприятию среды, формально понятно, но для полного и адекватного понимания мира может оказаться недостаточным.

В связи с этим возникают представления о каких-то свойствах времени как физической сущности - о нелинейности времени, о его обратимости, об изменении темпа времени в зависимости от скорости и сил гравитации, о единой четырех-мерной системе координат пространство-время и др. Однако, все это может оказаться недостаточным для создания полного и адекватного представления о мире. Причем, конечно, не только обо всем мире, но и о мире нас окружающем.

Измеряя время, т.е. моменты и длительности, можно фиксировать и связывать между собой все происходящие в мире изменения. А что является бесконечной и непрерывной причиной всех изменений? Каковы направление и цель этих изменений. Почему все в неживом мире движется в направлении к равновесию, которое в целом никогда не наступает? Почему бесконечная лента изменений никогда не останавливается? Не исключено, что бесконечное время, так же как и пространство, организовано по каким-то законам, выходящим за рамки нашей Вселенной и недоступным нашему пониманию, которое в этом случае может быть лишь некоторым приближением к истине.

В мои планы не входит подробный многоплановый анализ проблемы время. Я хочу выделить и отметить только представляющиеся мне интересными аспекты, касающиеся обратимости (необратимости) и физической сущности времени.

Обратимость.

Сначала уточним термины. Обратимость результата процесса это принципиальная возможность однозначно вернуться в начальное или предыдущее состояние. Соответственно, необратимость это отсутствие возможности однозначного возврата в начальное или предыдущее состояние. (Однозначность исключает перебор).

Говоря об обратимости времени нужно разделять обратимость формальных (математических) описаний процессов, имеющих параметр t – время, обратимость самих физических процессов и собственно обратимость времени. При этом сразу отметим, что сама по себе обратимость физических процессов и, тем более, обратимость формальных описаний физических процессов, могут рассматриваться только как свойства, в лучшем случае и далеко не всегда необходимые для обратимости времени, хотя иногда (часто) проблему обратимости времени сводят к обратимости процессов или их описаний.

Обратимость описаний.

Часто с подачи Винера пишут об обратимом времени Ньютона, хотя при этом имеется в виду лишь обратимость формальных выражений законов механики. Сам Ньютон считал время абсолютным, направленным и ни от чего не зависящим. Математические выражения законов механики Ньютона, также как и уравнения Максвелла, описывающие электромагнитные взаимодействия, обратимы во времени. Однако, еще раз отметим, что обратимость описаний не означает обратимость законов природы, обратимость физических процессов и, тем более, не означает обратимость времени.

Обсуждая проблему обратимости полезно пользоваться классификацией систем, основанной на особенностях существующих в этих системах взаимодействий, особенностях их описаний и соответственно особенностях происходящих в системах процессов изменений. Проблема обратимости применительно к разным системам интерпретируется по-разному. Можно выделить три группы систем, при описании которых возникают принципиально разные научные проблемы: проблемы линейных причинных рядов, т.е. проблемы малого числа сильно связанных переменных (классическая механика Ньютона), проблемы большого числа слабо связанных переменных, которыми занимаются статистика и термодинамика, и проблемы большого числа сильно связанных переменных, требующие для своего решения создания особых понятийных средств и особого формального аппарата. Такие проблемы в первую очередь возникают при исследовании биологических объектов и при исследовании сложных современных промышленных, экономических, социальных и военных организаций.

Как уже отмечалось для систем малого числа сильно связанных переменных (системы линейных причинных рядов - механика) возможно построение детерминированных обратимых математических описаний, т.е. возможно как определение и создание прошлого, так и предсказание будущего. К подобным системам, в первую очередь, относится представление о полном детерминизме всех происходящих в мире изменений, а также и представление о всезнающем демоне Лапласа, способном на основе полного знания "вычислить" как все прошлое, так и все будущее мира. Для случайностей и вероятностей оставляется лишь область неполного знания. Однако, если принять не доказанный, но и не опровергнутый философский тезис о неисчерпаемости материи вглубь, то полное знание мира, также как и полное детерминистическое обратимое описание мира в принципе невозможно. Кроме того, движение в прошлое из текущей ситуации может быть неоднозначно на любом зафиксированном информационном уровне и для его реализации может быть необходимо не только знание законов природы и полное знание текущей ситуации, но и память о прошлом.

Кроме того, существуют и системы большого числа слабо связанных переменных, для которых практически возможно построение лишь обобщенных вероятностных и статистических описаний. Конкретная точная обратимость, т.е. определение прошлого, также как и предсказание будущего, для всех элементов этих систем, на основе вероятностных описаний невозможна. Пример – состояние атмосферы, метеорология.

Для систем большого числа сильно связанных переменных в общем случае не существует формальных описаний, позволяющих описывать проходящие в этих системах процессы, т.е. восстанавливать прошлое и предсказывать будущее. Большие затруднения возникают и при попытках формального описания взаимодействий между иерархическими уровнями этих систем (проблема часть-целое). Обычно вынужденно ограничиваются фазовыми траекториями таких систем, т.е. траекториями перемещения точки, отображающей систему в функциональном пространстве задающих систему переменных. При этом текущее положение отдельной точки в пространстве фазовых координат ничего не говорит ни о прошлом, ни о будущем системы. Поэтому для получения информации о совершившихся и возможных

изменениях фиксируется фазовый портрет системы, т.е. все фазовые траектории за какое-то время. Это в каких-то случаях может дать информацию о закономерностях в системе и, соответственно, вероятностную информацию о будущем системы. Помимо этого, для более содержательного описания системы, имеющей большое число сильно связанных переменных, полезно разделять переменные, относящиеся к частям и к целому, определить двустороннюю зависимость между этими переменными и к фазовому портрету полезно добавить информацию о границе области допустимых значений переменных, а также и информацию об оптимальной или целевой для этой системы области или точки в фазовом пространстве (аттрактор). Представление о границе области допустимых значений и аттрактор можно связывать с понятием целостность.

Таким образом, создание детерминированных обратимых формальных описаний, позволяющих вычислять прошлое и предсказывать будущее, возможно только для систем малого числа сильно связанных переменных (механика Ньютона) и то только на каком-то ограниченном информационном уровне.

Обратимость процессов.

Большая часть естественных процессов в мире (в замкнутых системах) подчиняется второму закону термодинамики, направлена к термодинамическому равновесию и идет от порядка и организации к дезорганизации и хаосу (возрастание энтропии). Процессы дезорганизации необратимы, поскольку в результате этих процессов теряется информация о предыдущих состояниях. В то же время в природе (в открытых системах) часто идут процессы, направленные против термодинамического равновесия, и идущие от дезорганизации и хаоса к порядку и организации (уменьшение энтропии). Таковы и вся первичная организация вселенной после большого взрыва и многочисленные разнообразные процессы возникновения порядка меньших масштабов. Сюда же относятся процессы зарождения и эволюции жизни.

Естественный процесс организации, т.е. переход от хаоса к порядку, основывается на случайности или флуктуации. Такой процесс часто обратим, поскольку первоначально отсутствовавшая и случайно возникшая организация (порядок) разрушается, если нет постоянно действующих сил, препятствующих процессу дезорганизации, т.е. движению к термодинамическому равновесию и возврату к хаосу. Конечно, поскольку в процесс включается случайность, обратим не в точности, а лишь на некотором общем статистическом уровне.

Противодействовать дезорганизации могут, во-первых, кинетические ограничения, препятствующие диссипации свободной энергии. Такие системы могут находиться в равновесии, длительное время сохраняя организацию и свободную энергию. В этом случае можно говорить об относительной необратимости, поскольку статические кинетические ограничения с течением времени должны разрушаться.

Во-вторых, создавать и поддерживать организацию и противодействовать дезорганизации может постоянное внешнее воздействие. К таким системам, в частности, относятся диссипативные системы Пригожина [12]. В этих системах упорядоченность возникает при подводе к ним энергии. Смысл и назначение возникающей и поддерживаемой организации состоит в отводе из системы организованной энергии в среду в виде тепла, т.е. диссипации.

Считается, что в диссипативных системах основным фактором, необходимым для возникновения и развития этих систем является необратимость (наряду со сложностью и случайностью). Необратимы и процессы возникновения и эволюции живого. Необратимость диссипативных систем относительна и условна. Она в любой момент может быть нарушена

при прекращении подачи в систему энергии. Точно также относительна и условна необратимость живых систем. Она может быть нарушена при прекращении в системе жизненных процессов. (Принципиальные отличия диссипативных и живых систем вкратце состоят в том, что в живых системах неравновесие и организация создаются и активно поддерживаются выполняемыми системой внутренней и внешней работой [5,16], в то время как в диссипативных системах неравновесие и организация создаются и поддерживаются внешним энергетическим воздействием).

Мы говорили о процессах перехода от хаоса к порядку и от порядка к хаосу. В плане нашей основной темы, а именно обратимости времени, интересно рассмотреть и процессы перехода от порядка к порядку, т.е. от одной организованной ситуации к другой. Понятие ситуация можно определять по-разному. Рассмотрим общий случай, когда ситуация это некоторое множество объектов, устойчиво связанных пространственными и смысловыми отношениями.

Пример текущей ситуации: я на работе и сижу за компьютером. Пример последовательности предыдущих ситуаций: выхожу из дома, еду в метро, иду пешком, поднимаюсь на лифте и т.п. Обратим ли этот процесс смены ситуаций? Нет, необратим ввиду его неоднозначности. Хорошая иллюстрация – шахматы.

Пусть имеется шахматная позиция из середины партии. Обратима ли эта ситуация? Нет, не обратима. Используя правила игры можно построить не одну предыдущую позицию, а некоторое множество возможных предыдущих позиций. Из каждой полученной позиции можно в свою очередь построить множество возможных предыдущих. И так вплоть до начальной позиции. По полученным результатам можно построить практически необозримый в общем случае граф переходов “позиция-ход-позиция”. Для того, чтобы найти на этом графе истинный путь от текущей ситуации к начальной нужна память процесса, что и реализуется в памяти шахматиста или в записи шахматной партии.

Возможно также, что текущая ситуация (позиция) была получена из предыдущей с нарушением правил. Помните у Пушкина: и Ленский пешкою ладью берет в рассеянии свою. В этом случае обратный переход “не вычислим” и его реализация в еще большей степени, чем в обычном случае, возможна только на основе памяти.

Шахматная партия в целом отражает специфику процесса, образованного последовательностями ситуация-переход-ситуация, как в приведенном выше примере перемещения из дома на работу. Такие процессы, также как и в шахматах, необратимы из-за их неоднозначности. На каждом шаге смены ситуации возможны варианты. Кроме того, строгая “вычислимость” обратных переходов в таких процессах обычно отсутствует, а для строгого запоминания естественных ситуаций и переходов была бы нужна бесконечная память. Таким образом, процессы ситуация-переход-ситуация в общем случае необратимы. Физическая необратимость в отличие от умозрительной может возникать еще и тогда, когда отсутствуют физические условия обратного перехода. Примеры: прыжок с парашютом, сожженный мост, разбитая чашка.

Итак, большинство естественных процессов необратимы, так же как и процессы смены ситуаций. Определяет ли это необратимость времени и направленность стрелы времени от прошлого в будущее? Определяет, но только если обратное движение времени (обратимость) рассматривать как реализацию существующих физических процессов и известных физических законов.

Однако, часто обратимость времени рассматривают в отрыве от физических процессов и законов физики.

Обратимость времени

Иногда, чаще всего в фантастических романах, рассматривают физическую обратимость времени не на основе обратимости физических процессов, а как скачкообразный переход в прошлое (или в будущее). Обратимость времени такого рода может быть умозрительно представлена как переход по “ленте времени”, непрерывно фиксирующей и запоминающей весь изменяющийся мир в полном его объеме (отдаленная аналогия – кинолента). При этом можно рассматривать возможность информационного обращения как к прошедшим, так и к будущим “кадрам” (предсказания). Можно рассматривать также и возможность как умозрительного, так и реального перехода к прошедшим и будущим кадрам, т.е. их актуализации. Все это представляется фантазией, не имеющей ни физической основы, ни экспериментального подкрепления. (Предсказания Нострадамуса, Ванги и др. не имеют статус строгого научного эксперимента. Тем более, не имеют такой статус рассказы о реальном переходе к прошлым и будущим кадрам, т.е. научно-фантастические истории о путешествии во времени). Однако, мы очень мало знаем о мире и, кроме того не исключено, что наши знания принципиально ограничены и узнать все мы не можем.

Таким образом, в пределах наших представлений о мире, непрерывная обратимость времени как реальный переход от следствий к причинам невозможна. Скачкообразный переход к прошлому на основе памяти формально представить можно. Однако при этом нужно говорить об имеющейся в системе бесконечной памяти и о физической сущности времени.

О физической сущности времени говорят исходя из представлений теории относительности, предсказывающей изменение темпа времени в зависимости от изменения *относительной* скорости движения инерциальной системы, или, например, об изменении темпа времени в зависимости от уровня гравитации. Известны эксперименты, результаты которых трактуются как подтверждение изменения темпа времени в зависимости от внешних условий, например от высоты над уровнем моря. Однако, в любом случае измерить относительный темп времени можно только измеряя длительность какого-то процесса и сравнивая его с длительностью другого процесса. Например, часто теоретически, а иногда и практически сравнивают показания разных часов. При этом неизвестно с чем связано фиксируемое изменение длительности – с изменением темпа времени или просто с изменением скорости процесса, длительность которого определяется, либо с изменением скорости процессов в измерительном приборе, например, в часах.

В теории относительности изменение относительного темпа времени определяется преобразованиями Лоренца. В инерциальной системе (назовем ее первой) объекты и их изменения описываются четырехмерным вектором пространственных координат и времени. Преобразования Лоренца вычисляют значения координат этого вектора при наблюдении за этими объектами из другой инерциальной системы (второй), При этом первая и вторая инерциальные системы движутся относительно друг друга и скорость этого относительного движения входит как параметр в формулы преобразований. Любую из этих инерциальных систем можно считать неподвижной, а другую движущейся.

Можно ли говорить, что получаемое в результате выполнения преобразований Лоренца изменение значения переменной t -время свидетельствует об изменении темпа времени и о его физической сущности? Нет. Символ t в формуле преобразований это не независимая бесконечно движущаяся физическая сущность, в которую погружены все события, а просто формальное средство для фиксации и сравнения относительной длительности процессов и интервалов между моментами времени. При этом параметр t должен рассматриваться не как время, а как длительность. Преобразования Лоренца касаются только внешней описательной стороны процесса и не затрагивают его физической сущности. Тем более, что разные показания часов в первой и второй инерциальных системах вовсе не говорят о разных темпах

времени в этих системах, а могут говорить лишь о том, что механизм одних часов работает быстрее, чем механизм других. Время не двигает часы. Говорить о замедлении времени в быстро движущейся системе нельзя не определив физических механизмов этого замедления и ссылаясь только на показания часов.

Естественным представляется предположение, что в движущейся системе замедляется не время, а материальные процессы (в том числе и скорость процессов в часах) и это замедление, например, связано с увеличением инертной массы объектов. Можно предположить, что процессы (а не время) замедляются и при увеличении уровня гравитации.

В преобразованиях Лоренца как параметр участвует не абсолютная скорость движения, а относительная скорость изменения расстояния между *любыми* двумя инерциальными системами. При этом выглядит странным вывод о реальном изменении темпа времени и, в особенности, о реальном уменьшении длин в направлении движения и о реальном увеличении массы. Особенно странным представляется неизбежный вывод о том, что замедление времени в одной системе по отношению к другой происходят одновременно в обеих системах. Для усиления странности можно в дополнение к первой и второй инерциальным системам ввести в рассмотрение третью, движущуюся по отношению к тоже движущимся первой и второй. При этом, в соответствии с теорией относительности по преобразованиям Лоренца для третьей инерциальной системы (так же как для первой и второй) можно получить одновременно по два “реальных” значения для темпа времени, сокращения длин и увеличения массы при наблюдении за процессами в этой системе из двух других.

Релятивисты, говоря об изменениях времени, длин и масс в зависимости от скоростей движения, обычно забывают об относительности скоростей и фактически начинают считать их абсолютными. Так, например, говорится, что при приближении скорости движения системы к скорости света ее масса стремится к бесконечности и одновременно стремится к бесконечности требуемая для этого энергия, а время останавливается. При этом забывается, что в теории относительности говорится об относительной скорости и рассматриваемая система может быть в действительности неподвижна, а огромная относительная скорость может определяться относительной скоростью движения другой системы, из которой ведется наблюдение.

Можно допустить, что реальное значимое изменение инертной массы объекта может происходить не при его движении относительно какой-то произвольной (любой) инерциальной системы, а при большой абсолютной скорости движения, например, при движении относительно неподвижного эфира (если он есть), или при движении относительно космического пространства.

Изменение массы, а также влияние массы и уровня гравитации на скорость материальных процессов это физические явления, которые можно исследовать, никак не связывая их ни со временем, ни с теорией относительности.

До сих пор мы говорили о специальной теории относительности. В общей теории относительности, т.е. в геометрической теории гравитации Эйнштейна, введенные Ньютоном силы тяготения заменяются силами инерции, возникающими при движении по геодезическим линиям пространства-времени, искривленного имеющими массу-энергию объектами. Эта модель гравитации хорошо практически работает, но является чисто внешним формальным описанием, не отвечающем на базовые фундаментальные вопросы “почему” и “как”, ответ на которые необходим для определения физической сущности явления. Впрочем, то же самое можно сказать и о модели гравитации Ньютона, однако модель гравитации Ньютона выглядит проще и естественней, а приписываемые ей недостатки, скорее всего, определяются областью

применимости. (Так простые законы механики, хорошо работающие в системах из малого числа сильно связанных переменных, могут не работать в системах из большого числа сильно связанных переменных.)

Таким образом, физическая сущность времени не наблюдается в экспериментах и не доказывается теоретически. О физической сущности времени говорится в теории Н.А. Козырева. В частности, говорится о времени как о носителе энергии. Однако, достоверного экспериментального подтверждения гипотезы Козырева не получили.

Итак, **что такое пространство и что такое время?** Ответов на эти вопросы пока еще нет. Мы можем сказать, что пространство это вместилище всех материальных объектов, положения которых форма и размеры задаются пространственными координатами x, y, z . Можем сказать, что время это вместилище всех событий, которые характеризуются моментами на оси времени и длительностями, задаваемыми координатой t . Этого мало для понимания и описания сущности пространства и времени. Не известно, что должно входить в эти описания кроме вектора пространственно-временных координат, но ясно, что для полного понимания необходимо ответить на вопросы: **что такое бесконечность и что такое вечность**. Кроме того, полезно задуматься над вопросом об общей целесообразности и общей идеи природы.

Многие ученые полагают, что природа целесообразна, т.е. мир это не беспорядочное нагромождение процессов и событий, а результат реализации какого-то плана, общей идеи и цели. При этом вполне возможно, что наши слова план, идея и цель не адекватны сути дела и очень приблизительно (по человечески) эту суть выражают. Однако общая целесообразность представляется очевидной и проявляется в физике в виде реальных принципов оптимальности.

Научные исследования обычно идут от эксперимента к теории, от наблюдения фактов к их обобщению. Эти обобщения могут фиксироваться в виде законов, которые в совокупности объясняют наблюдаемые факты и предсказывают новые. Такими законами, например, являются законы механики Ньютона или законы геометрической оптики. Но возможен и следующий шаг обобщения в виде принципа оптимальности, который формулируется как требование минимума или максимума какой либо величины. Так законы механики обобщает принцип наименьшего действия, а законы геометрической оптики обобщает принцип скорейшего пути Ферма.

Можно предположить, что существует и общий принцип оптимальности, определяющий все в нашем мире, т.е. общую идею природы.

Мысль о том, что в природе все подчиняется какому-то единому принципу оптимальности и всю науку можно строить не снизу вверх- от эксперимента к теории, а сверху-вниз, от принципа оптимальности к частным законам была высказана Эйлером. Однако, ни Эйлеру, ни кому-либо другому найти такой общий принцип не удалось.

Что же экономит природа? В качестве вариантов напрашиваются и чаще всего рассматриваются: энергия, вещество, действие ($mvs=\min$), энтропия (негэнтропия), информация.

А, может быть, экономится время?

Кстати принцип Ферма действительно говорит о том, что при распространении светового луча экономится время.

В этом плане безусловный интерес представляют и термодинамические принципы наименьшей диссипации энергии и наискорейшего спуска. Согласно принципу наименьшей

диссипации энергии в устойчивом состоянии любой термодинамической системы скорость диссипации энергии в ней минимальна, т.е. минимальна скорость превращения свободной энергии в тепловую. Указанный принцип является конечной характеристикой равновесного состояния. Для описания переходного процесса формулируется принцип наискорейшего спуска: в процессе приближения термодинамической системы к равновесному или стационарному состоянию функция внешней диссипации убывает наискорейшим возможным способом. Т.е. и в первом и во втором случае процессы оптимизируются по времени. (Принципы предложены А.И.Зотиным и А.А.Зотиным [23]. Авторы считают, что эти термодинамические принципы оптимальности включают в себя второе начало термодинамики и охватывает практически все явления природы)

В плане рассматриваемой нами темы очень интересно также и общее утверждение Спинозы о том, что основной закон вещей – стремиться к максимально долгому существованию. На качественном уровне это понятно. Существует то, что “умеет” более или менее длительно существовать. Остальное разрушается и исчезает. Это перекликается с принципом **maxT** в поведении живых и не только живых систем [14,15], т.е. с формальным принципом максимизации времени пребывания внутренне неустойчивой системы внутри области допустимых значений регулируемых переменных.

Таким образом, многие, а может быть и все основные процессы в природе оптимизируются по времени. При этом остаются вопросы: как и почему. Как в естественных процессах на физическом уровне реализуется оптимизация по времени? И более общий, но может быть и самый главный вопрос: почему в природе осуществляется оптимизация по времени? Возможно, что ответить на эти вопросы нельзя не решив вопрос о физической сущности времени.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Риск создания машинного интеллекта

(Об общественном трансгуманитарном движении и движении Россия 2045)

Международное общественное трансгуманитарное движение направлено на подготовку общества к появлению Большого искусственного интеллекта.

В прессе и научно-популярных статьях часто обсуждается проблема глобальных рисков, с которыми может столкнуться человечество в 21 веке. Глобальных рисков много. Одним из самых больших рисков часто называется искусственный интеллект. Предполагается, что “Большой искусственный интеллект” превзойдет по своему уровню интеллект естественный и сможет (будет) сам себя улучшать. Прогнозируются довольно близкие сроки. Например, 2030 год, но не дальше 2050 года. Все предположения о близких (постоянно отодвигающихся) сроках строятся со ссылкой на якобы имеющиеся успехи и производные развития алгоритмического (программного) искусственного интеллекта, распознавания образов и формальных нейронных сетей.

Обсуждается, каким будет искусственный интеллект по отношению к человеку – дружественным или не дружественным. В частности, предполагается, что машины с таким интеллектом могут вступить в конкуренцию и борьбу с человечеством. Предполагается, что результат борьбы “Большого искусственного интеллекта” с человеком может быть не в пользу человека. Международное общественное “Трансгуманитарное движение”, одной из своих главных целей называет подготовку человечества к появлению Большого искусственного интеллекта и призыв к принятию мер, направленных на то, чтобы машинный интеллект был дружественным.

Эти проблемы многим представляются весьма актуальными. Особенно на фоне интенсивно развивающихся информационных и коммуникативных технологий, которые часто, в первую очередь на бытовом уровне, путаются с технологиями искусственного интеллекта. Однако, полагаю, что можно всех успокоить. Обсуждаемая проблема не актуальна.

Искусственный интеллект сам по себе не будет ни дружественным, ни недружественным. Он будет пассивным. Таким же пассивным, как компьютерная шахматная программа, выигрывающая у чемпиона мира, но не осознающая этого и не стремящаяся к этому. У искусственного интеллекта не будет собственных потребностей, в том числе и потребности в получении новой информации.

Кроме того, сами по себе разрозненные результаты, получаемые в направлении работ, называемом “Искусственный интеллект”, включая распознавание образов и формальные нейронные сети, активного мышления не образуют и к полноценному машинному мышлению не ведут. Никаких конструктивных наметок создания Большого искусственного интеллекта в настоящее время не существует. Производная развития теории искусственного мышления близка к нулю. Нет сколько ни будь полной теории работы мозга в процессе мышления и в биологии. Из всего этого можно сделать вывод, что никакая “точка сингулярности” на кривой развития искусственного интеллекта в районе 2050 года не предвидится.

Таким образом, можно повторить, что проблема “риск создания машинного мышления” не актуальна. Станет ли эта проблема актуальной в будущем? Нет, не станет. Системы, которые могли бы соперничать и бороться с людьми, должны были бы обладать потребностями, мотивациями, целенаправленностью, волей, активностью и эмоциональным механизмом управления поведением. Они должны были бы обладать и сознанием, т.е. осознанием себя как индивида или личности во взаимодействии со средой. Кроме того, эти системы должны обладать возможностью какого-то поведения, т.е. эффекторами. Кроме того, эти системы должны соперничать с людьми за какой-то ограниченный ресурс. То есть с биологической (органической) жизнью на земле могла бы соперничать только какая-то другая, альтернативная жизнь.

Из этого следует, что в принципе можно обсуждать не надуманную проблему риска создания Большого искусственного интеллекта, а проблему риска создания альтернативной искусственной жизни. Правда, никаких конструктивных предпосылок для искусственного создания альтернативной жизни нет. При этом, возникает не только неразрешимый пока вопрос “как”, но также и вопрос “зачем”.

Однако, следует отметить, что существует общественное движение “Россия 2045”. В рамках этого движения ставится цель создания альтернативной жизни - бессмертного “существа” с искусственным неорганическим телом и искусственным интеллектом. Это не обладающее физиологическими потребностями “существо” должно заменить смертного человека.

Последовательная замена всех органических частей человека на искусственные неорганические не только не делает его бессмертным, а напротив, убивает. Термин бессмертие можно применять только к живому, понимая при этом, что сущность жизни это непрерывная борьба со смертью. В то же время, индивидуальное бессмертие живого скорее всего невозможно и ответ на этот вопрос должна дать не кибернетика, а биология.

В то же время, даже естественное телесное воспроизведение себя в потомстве не является бессмертием не только потому, что потомок не является копией оригинала. Для бессмертия более важным было бы духовное воспроизведение, т.е. воспроизведение не только тела, но и “души”, понимая под этим ощущение собственного “Я”, как конкретного живого активного объекта мира, воспроизведение субъективной информации о мире (о среде) и о

разнообразных, эмоционально оцениваемых умозрительно моделируемых взаимодействиях себя с миром (со средой).

Афишируемые в рамках движения 2045 конкретные работы не содержат ничего, что могло бы их принципиально отличить от давно ведущихся работ по созданию роботов, киборгов и моделированию отдельных процессов мышления. При этом, можно отметить, что ни разработка роботов, ни разработка так называемых киборгов, ни каких-либо других подобного рода систем на неорганической основе никакого отношения к искусственному созданию альтернативной жизни не имеет.

Неживые системы находятся в состоянии равновесия со средой, либо в движении к равновесию. Открытые, имеющие потребности живые активные самоорганизующиеся системы находятся в состоянии активно поддерживаемого неравновесия, т.е. в состоянии непрерывной борьбы со смертью. Равновесие это смерть. По-видимому, именно эта особенность биологической формы движения материи, т.е. особенность живых систем, является основой таких “виталистических” свойств живого, как активность, целенаправленность, сознание, воля, эмоции.

Неорганической искусственной системе, даже имеющей какой-то интеллект, для сохранения своего существования, в отличие от живого организма, не нужна постоянная активная самоорганизация, т.е. выполнение внутренней, и внешней работы по поддержанию своего неравновесного состояния [5,16]. Такое “существо” живым не будет. Оно не будет иметь не только потребностей, но повторим еще раз, не будет иметь и целей, мотиваций, желаний, активности и эмоций. Не будет оно обладать и сознанием.

Таким образом, еще раз отметим, что планируемые в рамках движения Россия 2045 конкретные работы ничем не отличаются от уже давно ведущихся работ по созданию роботов, киборгов и искусственного интеллекта со всеми проблемами и недостатками этих работ. Точка технологической сингулярности, связываемая с созданием искусственного интеллекта, ни в обозримом, ни в отдаленном будущем не предвидится. В то же время, альтернативной жизни на основе планируемых работ построить нельзя.

В добавление сделаем еще замечания по поводу некоторых положений, выдающихся идеологами движения Россия 2045 за его научно-методическую основу.

Во-первых часто ссылаются на продвижение в решении проблемы **расшифровки мозговых кодов психических явлений**. Можно ли говорить о задаче расшифровки мозговых кодов психических явлений? Думаю, что постановка такой задачи применительно к более или менее сложным психическим явлениям неправомерна. Кодов сложных психических явлений нет.

Смысловым единицам строящейся в мозге иерархической нейронной модели мира, включающей модель собственного “Я”, соответствуют нейронные ансамбли – выделенные в сети группы нейронов, взаимодействующих через взаимовозбуждающие (не обязательно прямые) положительные обратные связи. Психические явления выражаются не кодами, а сложными взаимодействиями нейронных ансамблей в процессе их возбуждений и торможений. Эти взаимодействия рождают сознание и понимание. Как это делается нам не известно. Часто считается, что эти процессы неалгоритмичны и ставится под сомнение принципиальная возможность их формального выражения, а соответственно и возможность моделирования.

Кодироваться и декодироваться естественным образом могут описания или алгоритмы, зафиксированные на каком-то языке. Описания или передаваемые сообщения такого рода внутри мозга в процессе мышления не создаются. В плане расшифровки кодов психических явлений, по-видимому, можно решать лишь упрощенную задачу, а именно задачу установления причинно-следственных связей между возбуждениями каких-то групп нейронов и действиями в пределах простой схемы стимул-реакция. Но даже и в этом случае

установление такой рефлекторной по сути связи вряд ли можно назвать кодом психического явления.

Следующий опорный тезис - **информация инвариантна по отношению к физическим свойствам своего носителя**. Это так в случае если информация это зафиксированное или передаваемое описание (сообщение). В случае целостной нейронной модели мира информация как-бы “растворена” в своем физическом носителе и вне его существовать не может. При этом целостная иерархическая нейронная модель мира является одновременно формой и содержанием информации. Кроме того она является и физическим (биологическим) инструментом для работы с информацией. Таким образом, информация в мозге имеет весьма специфическое представление и ни о какой инвариантности информации по отношению к физическим свойствам своего носителя речи быть не может.

Многие, и в особенности философские, определения информации используют понятие “отражение”. Однако, субъективная нейронная модель мира (среды) ни отражением, ни фотографией не является. Содержащаяся в этой модели информация всегда неполна, неточна, субъективна и значительно усложнена по сравнению с первичной информацией, поступающей от органов чувств.

Информация, образующая целостную субъективную модель мира, включающую модель собственного “Я”, имеет особую форму, особый специфический носитель и не просто передается от объекта к субъекту, а активно создается в мозге человека или в мозге животного в процессе обучения и приобретения жизненного опыта.

Можно ли аналогичную модель с аналогичным представлением информации и аналогичными свойствами реализовать на каком-то другом субстрате или программно? Может быть и можно, а может быть и нельзя. В любом случае, это очень далекая от решения специфическая проблема. Физическим субстратом, обеспечивающим аналогичные свойства, могла бы быть, например, какая-то альтернативная небелковая жизнь, обладающая свойством устойчивого неравновесия. Программная реализация, скорее всего, полностью аналогичной быть не может. Однако, все это требует отдельного обсуждения.

Третий опорный тезис движения Россия 2045 это принцип **изофункционализма** – “один и тот же комплекс функциональных отношений может быть воспроизведен на разных субстратах, т.е. системами, имеющими разные физические свойства”. Что такое комплекс функциональных отношений не определяется.

Говоря об этом принципе, обычно ссылаются на Тьюринга. У Тьюринга такой формулировки нет. Известен **тезис Тьюринга**: каждая функция, вычислимая в обычном естественном смысле, может быть реализована машиной Тьюринга, или **физический тезис Чёрча — Тьюринга**: любая функция, которая может быть вычислена физическим устройством, может быть вычислена машиной Тьюринга. Эти тезисы нельзя ни строго доказать, ни строго опровергнуть. Принцип изофункционализма из этих тезисов не вытекает.

Кроме того, Тьюринг математик. Для него функция это связь между переменными или закон, ставящий в соответствие каждому элементу некоторого множества некоторый элемент другого множества.

Мышление не сводится к вычислению функций. Мышление это сложный многоплановый процесс. В [14,15,16] рассматривались такие типы мышления как образное мышление, восприятие, обучение, управление поведением, решение формальных задач, творчество.

Все эти типы мышления (и тем более творческое мышление) не сводятся не только к формальным функциям, но, чаще всего, и к любому автоматному процессу, организованному по схеме вход-преобразование-выход. Тем более, все типы мышления нельзя сводить к каким-то не определенным функциональным отношениям. Таким образом, то, что понимается под выражением “комплекс функциональных отношений” либо не имеет отношения к тезисам Черча и Тьюринга, либо, в противном случае, не имеет отношения к мозгу и процессу

мышления. В любом случае принцип изофункционализма применительно к мозгу и мышлению ни обоснования, ни какого либо конструктивного смысла не имеет.

Часто говорят, что общественное движение Россия-2045 лженаучно. Это неверно. Никакой науки ни ложной, ни истинной там нет. Все базируется на очень упрощенных и весьма далеких от науки представлениях. Таким образом, интенсивно пропагандируемые конечные цели и планируемые результаты движения Россия 2045, никакого научного обоснования не имеют.

Многие вопросы, имеющие отношение к перспективам моделирования мышления обсуждаются в этой книге и в [14,15,16].

Литература

1. Анисимович К.В., Рыбкин В.И., Терещенко В.В., Шамис А.Л., Ян Д.Е. Принципы распознавания рукописных символов в системе АBBYU FineReader, *материалы конф. РОАИ-III*, Нижний Новгород, 1997.
2. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем. М., Наука, 1980.
3. Асмаян Н.В., Голицын Г.А. О принятии решения в ситуации выбора, Вопросы психологии, №1, 1971.
4. Байков А.М., Кузин Е.С., Шамис А.Л. Целостное целенаправленное распознавание изображений в ЭВМ. Сб. Вопросы кибернетики, М. 1987
5. Бауэр Э.С. Теоретическая биология, СПб. Росток, 2002
6. Винер Н. Кибернетика. М. 1968.
7. Власов А.В., Калиничев А.И. Моделирование равновесного состояния нейронной сети. Вопросы радиоэлектроники, сер. Общетеchnическая, Вып1, 1969.
8. Власов А.В., Калиничев А.И. Образование элементов памяти в модели нейронной сети. Вопросы радиоэлектроники, сер. Общетеchnическая, Вып1, 1969.
9. Голицын, Петров. Информация, поведение, творчество. М. Наука. 1991.
10. Емельянов-Ярославский Л.Б. Об одном подходе к построению нейронных автоматов. Вопросы радиоэлектроники, сер. Общетеchnическая, Вып1, 1969.
11. Емельянов-Ярославский Л.Б. Интеллектуальная квазибиологическая система Индуктивный автомат. М. Наука, 1990
12. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М, Мир, 1979.
13. Ухтомский А.А. Доминанта, СПб, Питер, 2002
14. Шамис А.Л. Пути моделирования мышления, М. УРСС, 2006.
15. Шамис А.Л. Модели поведения, восприятия и мышления, М. Интуит, 2010.
16. Шамис А.Л. Вектор эволюции – жизнь эволюция мышление с точки зрения программиста, М. УРСС, 2013.
17. Шамис А.Л. Эксперименты по организации динамической нейронной сети. Вопросы радиоэлектроники, сер. Общетеchnическая, Вып1, 1969.
18. Энгельс Ф. Анти Дюринг. М., 1951
19. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М., УРСС, 2004.
20. Hebb D.O. The Organisation of Behavior. N. Y. 1949
21. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., Мир, 1973.
22. Хокинс Дж. Об интеллекте, Москва, 2007, изд. дом “Вильямс”.
23. Зотин А.И., Зотин А.А. Прогрессивная эволюция: термодинамическая основа. Известия РАН, Сер. Биология, 1995, №4.
24. Козырев Н.А. Избранные труды, Изд. ЛГУ, 1991.