

О МОДЕЛИРОВАНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОЗГА КАК МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ

Юдицкий С.А.¹

(Учреждение Российской академии наук

Институт проблем управления РАН, Москва)

Статья посвящена интерпретации в терминах искусственного интеллекта (многоагентных систем) идеи когнитивной терапии об осознании негативных автоматических мыслей и трансформации их в осознанные позитивные мысли. Предлагается гипотетическая модель многоагентной системы, отображающей психическую деятельность человека. Модель фиксирует взаимодействия функциональных агентов, сопоставленных потокам мыслей и эмоций, базам данных накопленных знаний и опыта, моральных ценностей и приоритетов, инстинктов и рефлексов. Учитывается воздействие внешней среды (через органы чувств).

Ключевые слова: рефлексивное самоуправление мозга, осознание, негативные автоматические мысли, эмоции, знания и опыт, моральные ценности и приоритеты, инстинкты и условные рефлексy, многоагентная система.

¹ Семен Абрамович Юдицкий, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем управления РАН (yuseab@yandex.ru)

1. Введение

К «большим» системам наряду с социально-экономическими, технологическими, экологическими и иными традиционными сложными объектами принадлежит психическая сфера человека, определяемая деятельностью мозга. Изучение психики оформилось в новое междисциплинарное научное направление на стыке психологии, философии, искусственного интеллекта, нейрофизиологии, с широким применением математических методов. К этому направлению относятся, в частности, математическая теория рефлексивных процессов [Лефевр,1973], [Лефевр,2009], работы в области искусственного интеллекта [Тарасов,2002], [Городецкий,1996], когнитивно-поведенческая психотерапия [Бек и др, 2006],[Эллис и др, 2002], результаты, полученные в нейропсихиатрии с применением компьютерной томографии [Амен,2012], и многие другие работы.

Несмотря на несомненные научные успехи, в работе мозга остается очень много неясностей, размыта грань между нормой и патологией, большое число людей, особенно среди представителей творческих профессий, страдает в той или иной форме психическими нарушениями. Одним из путей дальнейшего продвижения в познании механизмов функционирования мозга, является разработка и исследование различных гипотетических системных моделей.

Фундаментальным понятием в теоретических исследованиях психической деятельности человека является *рекурсия*, которая в традиционном философско-психологическом смысле представляет собой «способность (человека,С.Ю.) встать в позицию наблюдателя, исследователя или контролера по отношению к своему телу, своим действиям, своим мыслям» [Лефевр, 1973]. Таким образом, объект и субъект управления, в отличие от классической парадигмы, совмещаются и представляют единое целое.

С другой стороны, работа мозга определяется взаимодействием функциональных агентов (точнее, психоагентов) в рамках многоагентной интеллектуальной системы. К психоагентам относятся: поток мыслей и поток сопутствующих им чувств (эмоций), база накопленных знаний и опыта, база моральных ценностей и приоритетов (совесть, справедливость, искренность, чувство долга и т.д.) , база унаследованных инстинктов и приобретенных условных рефлексов, центр осознания. Мозг, как и организм в целом, работает в реальном времени, в котором происходят изменения в многоагентной системе. Однако, информация о состоянии психоагентов и об изменениях в системе *осознается* - отображается на более высоком уровне сознания (условно – в надсознании) лишь в выборочные (случайные) моменты времени, в которые осознанно принимаются поведенческие решения.

Очень упрощенно информационную составляющую психической деятельности можно представить следующим образом. В реальном времени разворачивается «лента мыслей» в виде последовательности образов, и параллельно ей «лента эмоций», переживаемых человеком . Ленты взаимодействуют: мысли порождают эмоции, эмоции влияют на мысли. На некоторых участках содержание ленты мыслей осознается – рефлексивируется в надсознании. На остальных участках ленты мысли не осознаются (в работах по когнитивной терапии неосознаваемые мысли называют автоматическими). Что касается ленты эмоций, то осознаются наиболее яркие из них, как негативные, так и позитивные. *Рефлексивное самоуправление* мозга как один из объективных психических процессов, включает в себя осознание негативных автоматических мыслей как источника негативных эмоциональных состояний [Бек и др, 2006],[Амен,2012], и анализ этих мыслей с целью выявить содержащиеся в них позитивные моменты и трансформировать негативные мысли в осознанные позитивные. Трансформирование может

проводиться путем вставки в ленту мыслей «лечебного участка» - например, мысленного проговаривания специальных текстов (психотерапевтических, стихотворных, молитвенных), слушания любимой музыки и т.д. В ходе реализации лечебного участка негативные эмоции вытесняются позитивными (душевное спокойствие, уверенность в себе и т.д.). Возврат на неосознаваемую ленту мыслей происходит автоматически – по закону перехода от упорядоченного к неупорядоченному («разбегание мыслей»). Регулярная коррекция баз данных многоагентной системы осуществляется неосознанно.

Статью следует рассматривать как попытку создания «грубой» модели функционирования мозга (без учета управления жизнедеятельностью организма) на основе многоагентной системы, представленной в виде ориентированного графа, где вершины и дуги отображают соответственно психоагенты и их взаимодействия. Такое описание наглядно, и способствует осознанию человеком своих «психических механизмов». В искусственном интеллекте и его приложениях понятия агента и многоагентной системы традиционно применяются для объектов, на много порядков более простых, чем структуры человеческого мозга. Для таких объектов удается математически формализовать внутренние характеристики агентов – мотивацию, систему ценностей, цели, действия, показатели, риски и т.д. Для психоагентов, по крайней мере для потока мыслей и центра осознания, адекватная математическая формализация пока не найдена. В статье описание функций психоагентов дается на вербальном уровне (в виде словесных текстов), как это принято в психологии и нейробиологии.

2. Описание гипотетической модели

Гипотетическая схема функционирования мозга изображена на рис1. Рассмотрим функции, выполняемые психоагентами, и взаимодействия в многоагентной системе.

2.1 Функции психоагентов

Психоагент «Поток мыслей». *Поток мыслей* – это непрерывный ассоциативный ряд образов, выраженных различными способами: в виде слов, картинок, звуков, запахов, тактильных и вкусовых ощущений. Образы *неосознаваемо* (автоматически) переходят один в другой в соответствии со сложившимися ассоциативными связями и приоритетами. Смена образов может происходить следующим образом. Пусть в момент t в ленте потока мыслей активирован образ $O(t)$. Для формирования следующего образа $O(t+1)$ психоагент сравнивает информационное содержание внешнего воздействия с содержимым базы накопленных знаний и опыта, учитывая при этом моральные ценности и приоритеты, инстинкты, рефлексy, и выбирает наиболее близкий образ. На выбор образа, согласно утверждениям когнитивной психотерапии [Бек и др, 2006], влияет отношение человека к своему Эго: воспринимает человек внешнее событие нейтрально или как обогащающее, как истощающее, как угрожающее для его интересов [Когнитивно- поведенческая психотерапия].

Психоагент «Поток эмоций». *Эмоции* образуют фон, на котором протекают мысли, и зависят от содержания мыслей. В свою очередь, эмоции влияют на мысли. Эмоции воспринимаются человеком как душевное состояние – спокойная уверенность, радость, счастье, беспокойство, тревога, страх, паника и т.д. Смена эмоционального состояния (настроения) происходит скачкообразно. Число различных эмоциональных состояний, переживаемых конкретным человеком, не столь уж велико. Поэтому потенциально возможное поведение психоагента «Поток эмоций» может быть промоделировано ориентированным графом, вершины которого соответствуют эмоциональным состояниям, а дуги – переходам между состояниями. Смена эмоций определяется траекторией движения по графу. Конфигурация графа эмоций

может изменяться во времени, с появлением новых связей (дуг) или исключением каких-нибудь из прежних. Не исключено и введение/удаление вершин.

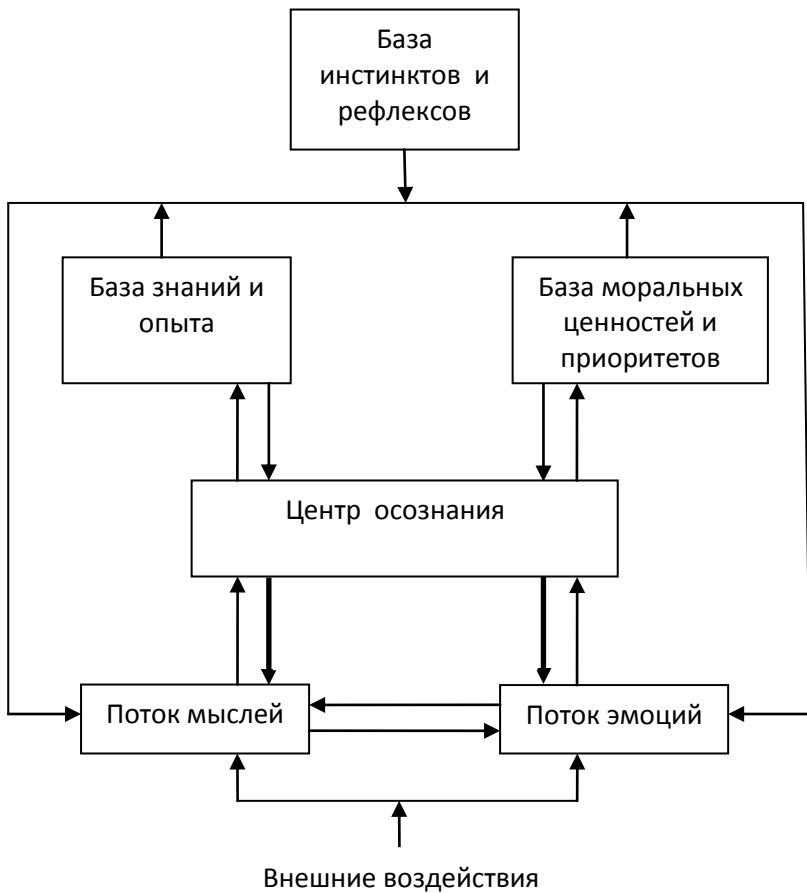


Рис 1. Гипотетическая схема функционирования мозга

Психоагенты «База данных». Принято считать, что в долговременной памяти человека откладываются все события, происходившие с ним (затрагивающие его) на протяжении всей жизни. События состоят из образов, находящихся в определенных отношениях. В первую очередь, в отношении следования. Семантически связанное множество образов соответствует понятию *метаобраз* – эпизоду с своей внутренней динамикой. Предположительно, базы данных мозга строятся на метаобразах. Но где же формируются метаобразы? В нашей модели возможны варианты: 1) «мысленные» и «эмоциональные» метаобразы формируются соответственно потоком мыслей и потоком эмоций 2) формируются центром осознания, который «ведет» все базы данных 3) каждая база данных формирует собственные метаобразы. Выбрать в рамках модели определенный вариант можно было бы, зная в каких структурах мозга реализуются функции психоагентов в схеме на рис1, и где объем передаваемой внутри мозга информации минимален. Но задача отображения гипотетической схемы (рис1) на структуру реального мозга еще ждет своего решения.

Психоагент «Центр осознания» (ЦО) постоянно контролирует потоки мыслей и эмоций, фиксируя негативные автоматические мысли (НАМ) и критические эмоциональные состояния. Сам факт фиксации равносителен осознанию. НАМ могут проявляться на уровне потока мыслей (в виде аномалий, например, навязчивого повторения мыслей об одном и том же – «зацикливания», а также других отклонений), но преимущественно проявляются через критические эмоции. Осознав появление НАМ, ЦО прерывает прежнее течение мыслей и вводит в ленту мыслей лечебный участок (как это было описано во введении). Результатом должно стать успокоение – вытеснение «плохих» эмоций «хорошими». Далее ЦО («на спокойную голову») анализирует НАМ и находит в ней, если это удастся, позитивное «рациональное зерно».

Негативная мысль трансформируется в позитивную. Примерно такой механизм применяется в когнитивной психотерапии [Бек и др,2006]. Но этим не исчерпываются функции ЦО в схеме на рис.1.

Мозг обладает способностью осознанно вспоминать прошлое и осознанно строить виртуальное будущее (т.е. то, что в момент «Сейчас» еще не существует, например, литературные произведения, новые научные исследования и т.д.). При вспоминании ЦО обращается с запросом к базе накопленных знаний и опыта, и получает от нее нужную информацию. При построении виртуального будущего ЦО, предположительно, формирует новый специальный поток мыслей (ленту метаобразов).

2.2 Взаимодействия психоагентов

В модели на рис.1 имеет место двухуровневая иерархия: верхний уровень образует ЦО, на нижнем находятся все остальные психоагенты. Модель может работать в двух режимах, соответствующих бодрствованию и сну. При бодрствовании ЦО активен и выполняет описанные выше действия: отслеживает мысли и эмоции с выявлением и обработкой НАМ, осознает внешние события, взаимодействует с базами данных (в частности, ограничивая влияние на мысли и эмоции инстинктов и рефлексов), вспоминает прошлое и заглядывает в будущее, и т.д. (некоторые связи ЦО для простоты на рис. опущены). В режиме сна в нашей грубой модели ЦО отключен (возможно, приторможен), и внешние воздействия отсутствуют.² Поток мыслей и эмоций приобретает другую «окраску» и подпитывается, в основном, содержанием базы инстинктов и рефлексов, а также, в меньшей степени,

² *Реально во время сна частично воспринимаются внешние события и, предположительно, «перестраивается» (корректируется) база накопленных знаний и опыта, хранящаяся в долговременной памяти. Возможны и другие действия.*

накопленными знаниями и опытом. Работает внешний контур в схеме на рис1. Моральные ценности и приоритеты во время сна, вероятно, в информационных взаимодействиях не участвуют.

Гипотетическая модель на рис. 1 дает лишь самое общее представление о работе мозга. Но даже в таком контексте важно понимать, что такое НАМ, и иметь их примеры. Известный американский нейропсихолог Дэниэл Амен выявил 9 типов НАМ, которые в качестве цитаты из [Амен,2012, стр. 201] приводятся ниже:

1. *Обобщение*: сопровождается словами «всегда», «никогда», «каждый», «каждый раз», «все» и т.д. (обобщение отрицает конкретную частность и подсознательно вызывает раздражение, С.Ю.).
2. *Акцент на негативе*: отмечание только плохих моментов в каждой ситуации.
3. *Дурные предсказания*: во всем видится только негативный исход.
4. *Мнимое чтение чужих мыслей*: уверенность будто вы знаете, что думает другой человек...
5. *Перемешивание мыслей с чувствами*: вера в отрицательные ощущения без сомнений (чувства – это не истина, они могут обманывать, С.Ю.).
6. *Наказание чувством вины*: сопровождается представлениями «должен», «обязан», «необходимо».
7. *Наклеивание ярлыков*: присваивание негативных ярлыков себе или другим.
8. *Персонализация*: принятие любых нейтральных событий на свой счет.
9. *Обвинения*: тенденция обвинять других в своих неприятностях.

3. Заключение

В статье дано представление автора – системного аналитика о функционировании мозга в терминах многоагентной системы. Развитие работы предполагает, во-первых, проецирование функций, реализуемых психоагентами, на анатомические структуры мозга, и, во-вторых, построение строгих математических моделей этих функций. По данным Д. Амена, на сканах компьютерных томограмм хорошо просматривается степень активности основных структур мозга: коры лобных долей, височных долей, передней поверхности поясной извилины, базальных ганглий, лимбической системы. Как соотносятся структуры мозга с компонентами многоагентной структуры?

В заключение несколько слов о «тонком» излучении при определяющем работу мозга физико-химическом процессе передачи возбуждения (торможения) по нейронным сетям. О наличии такого излучения, помимо экстросенсов, говорят и описанные в литературе эксперименты по передаче мыслей на расстояние, и даже «лимбы» на иконах. Научного объяснения природы излучения до сих пор не было. Вместе с тем, некоторыми авторами высказывалось предположение, что излучение мозга – его «аура» представляет собой информационно-энергетическую субстанцию на базе еще не познанных элементарных частиц (их условно назвали «частицы Бога»). Существование искомой частицы было обосновано теоретически английским физиком Питером Хигсом [Хиггс,1964], но до последнего времени не подтверждено экспериментально. В июле 2012 г. Европейский центр ядерных исследований (ЦЕРН) объявил, что в ходе испытаний на Большом адронном коллайдере экспериментально подтверждено существование искомой элементарной частицы – «бозона Хиггса», с массой 125-126 ГэВ [Бозон Хиггса]. Сделанное открытие может приблизить понимание материальности излучения мысли как научного факта. Применительно к

исследованиям мозга оно (открытие) указывает на возможность, наряду с непосредственным взаимодействием нейронов (через аксоны), и взаимодействия между собой разных нейронных структур мозга через ауру. И еще больше, не делает абсурдным допущение о возможности взаимодействия мозга человека с «полем Хиггса», и через это поле - взаимодействий между мозгом разных людей.

Литература

[Амен, 2012] АМЕН Д. ДЖ. *Мозг и душа. Новые открытия о влиянии мозга на характер, чувства, эмоции.* – М.: Эксмо, 2012.

[Бек и др, 2006] БЕК А., ДЖУДИТ С. *Когнитивная терапия: полное руководство.* – М.: «Вильямс», 2006.

[Бозон Хиггса] <http://www.ntv.ru/novosti/310184>

[Городецкий, 1996] ГОРОДЕЦКИЙ В. И. *Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения // Новости искусственного интеллекта.* – 1996, №1. – С.44-59.

[Когнитивно-поведенческая психотерапия]
<http://ru.wikipedia.org/wiki/>

[Лефевр, 2009] ЛЕФЕВР В.А. *Лекции по теории рефлексивных игр.* – М.: «Когито-Центр», 2009.

[Лефевр, 1973] ЛЕФЕВР В.А. *Конфликтующие структуры.* – М.: Сов. Радио, 1973.

[Тарасов, 2002] ТАРАСОВ В.Б. *От многоагентных систем к интеллектуальным организациям:*

философия, психология, информатика. – М.: УРСС, 2002.

[Хиггс, 1964] HIGGS P.W. *Broken symmetries, massless particles and gauge fields* // Phys. Lett, 1964, Vol.12, P.132-133.

[Эллис и др, 2002] ЭЛЛИС А., ДРАЙДЕН У. *Практика рационально-эмоциональной поведенческой терапии.* – СПб.: Речь, 2002.