

Сергин В.Я. Сознание и мышление: нейробиологические механизмы // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – 2011. – № 2. <http://www.psyanima.ru>.

Сознание и мышление: нейробиологические механизмы

В. Я. Сергин

В статье рассматриваются нейробиологические механизмы сознания и мышления. Показано, что процессы автоотождествления в коре головного мозга могут порождать явное представление внешних и внутренних событий. Явное символическое представление сенсорных данных может порождать сенсорное осознание. Явное символическое представление результатов операционной активности мозга может порождать мысль. Если зрительное осознание – это видение внешних событий, то мысль – это видение результатов операционной активности мозга ("внутренний взор"). Явное символическое представление внутренних данных позволяет произвольно управлять ими как обособленными объектами. Произвольное управление данными возможно посредством аппарата внутреннего сенсорно-моторного повторения. Примерами произвольного управления словами, символами или образами являются вербальное и зрительное повторение. Процедура повторения обеспечивает последовательность и непрерывность процесса рассуждений, его связанность и однозначность. Развиваемая концепция дает внутренне согласованное объяснение широкого разнообразия феноменов сознательной деятельности мозга, от осознания и мысли до воображения, рефлексии, гипноза и медитации, обнаруживая единство казалось бы совершенно различных психических явлений и универсальность нейробиологических механизмов их формирования.

Ключевые слова: сенсорное осознание, мысль, сознательное восприятие, дискурсивное мышление, воображение, интуиция, гипноз, медитация.

1. Введение

Сознательная активность мозга охватывает способности человека осознавать сенсорные события, размышлять, воображать, фантазировать и простирается далее, вплоть до таких таинственных явлений как гипноз, медитация и мистические практики. Можно назвать две частные проблемы, решение которых могло бы пролить свет на природу сознания. Важнейшей из них является выяснение нейронных механизмов, порождающих психически переживаемый феномен осознания внешних и внутренних событий. Необходимо понять, как мы осознаем что бы то ни было, например, вспышку света, запах или боль. Другая проблема связана со способностью человека к произвольному оперированию знаниями. Мы оперируем знаниями в процессах рассудочного (дискурсивного) и образного мышления. Феноменологически эти процессы выражаются мыслями. Что такое мысль и какие нейрофизиологические механизмы лежат в основе наших способностей к мышлению?

2. Проблема осознания

Один из крупнейших нейрофизиологов 20 столетия, Чарльз Шеррингтон (1951), следующим образом описал проблему сознания и ее необъяснимость с научной точки зрения. "Когда я поднимаю глаза вверх, то вижу купол неба, сверкающий на нем диск солнца и сотни предметов под ним. Что создает эту картину? Солнечный луч попадает в глаз, фокусируется на сетчатке и вызывает изменения, которые распространяются по нервным уровням мозга. Все шаги этой цепочки, от солнца до верхних уровней мозга, являются физическими событиями. Каждый шаг – это электрическая реакция. Но затем происходят изменения, которые абсолютно не похожи на то, что привело к ним, и эти изменения нам не понятны. В мозге возникает зрительная сцена: купол неба, солнце на нем и сотни других зрительных вещей".

Комментируя это высказывание, лауреат Нобелевской премии Дж. М. Эделмен и профессор Дж. Тонони (2000) замечают, что независимо от точности описания физических процессов, трудно себе представить как мир субъективного опыта, например, восприятие синего цвета или ощущение теплоты, возникает из простых физических явлений. Специфические качества субъективного опыта или "qualia", такие как цвет, теплота, боль, громкий звук, остались вне научного объяснения. Понять, как порождаются первичные субъективные качества (qualia), - это и есть центральная проблема сознательного опыта (Edelman, Tononi, 2000).

Действительно, рецепторы сенсорных систем регистрируют световую или звуковую энергию, давление, движение и другие физические или химические события и более ничего. Цвет, запах, прикосновение, теплое, кислое, соленое - все это биологические интерпретации физических и химических событий, обладающие адаптивной ценностью и основанные на эволюционном и прижизненном опыте организма. Биологические интерпретации (сенсорные и моторные категории) выражают специфические характеристики взаимодействия организма с окружающим миром: твердый, мягкий, жидкий, сухой, липкий, острый, темный, светлый, близкий, далекий, горький, сладкий и т. п. Эти категории выражают субъективные качества "qualia" (психические переживания), которые определяют содержательный аспект восприятия. Но как порождаются эти субъективные качества?

Отбор сенсорных признаков сколь угодно сложного физического события начинается на уровне рецепторов и завершается ощущением, образом или простым символьным отображением в коре головного мозга. Например, динамика пакета электромагнитных волн определенного спектра частот представляет собой чрезвычайно сложный физический процесс, тем не менее, он воспринимается и осознается просто как световая вспышка определенного цвета. Цвет является обобщенной характеристикой спектрального состава потока электромагнитных волн. Тепло и холод, ощущаемые организмом, являются простыми отображениями термодинамического состояния среды, объекта или собственного тела.

Простые субъективные характеристики сложных физических явлений окружающего мира обладают высокой адаптивной ценностью, поскольку позволяют организму быстро и адекватно реагировать на события в окружающей среде. Способность биологических организмов порождать субъективные качества (психические феномены) возникла в процессе эволюции и закрепилась естественным отбором в силу высокой эффективности такого способа отображения окружающего мира.

В феномене субъективного восприятия окружающего мира загадкой являются не сенсорные характеристики сами по себе. Красное или зеленое, свет или тьму могут отображать фотодиоды, а температуру тела или среды измеряют термометры. Простые (обобщенные) характеристики сложных явлений формируются вполне понятными физическими процессами. Способность организма отображать события окружающей среды и отвечать на них адекватной моторной активностью также складывается из понятных физических процессов. Загадочной является наша способность ощущать внешние или внутренние события.

Фотодиод, термометр или датчик давления могут отображать обобщенные физические характеристики, но нужен человек, чтобы увидеть эти отображения. Если физические события отображаются специфической нейронной активностью в коре головного мозга, то кто смотрит на эти отображения? Каким образом объективно регистрируемая нейронная активность мозга порождает субъективные переживания? Как мы ощущаем, осязаем, слышим или видим окружающий мир, представленный физическими событиями?

Несмотря на более чем столетнюю историю научных исследований сознания, существует совсем немного идей, которые предлагались для объяснения нейронных механизмов сознания. В современных исследованиях легко заметить доминирующую идею о решающей роли обратных связей или повторного входа сигналов в механизмах,

порождающих феномен осознания. В зависимости от предполагаемого механизма осознания функциональная роль обратных связей оказывается различной. Высказываются представления о том, что осознание возникает как результат: синтеза сенсорной и хранящейся в памяти информации (Иваницкий, 1976, 1996), текущего ассоциативного воспоминания (Эделмен, 1981; Edelman, 1989), самореферентного процесса (Harth, 1995), сравнения прогнозируемого и действительного сенсорного входа (Gray, 1995), "адаптивного резонанса" поступающих и ожидаемых данных (Grossberg, 1995) и некоторых других процессов, которые реализуются посредством обратных связей.

Высказываются также идеи о важности интенсивной синхронной разрядки нейронов, доминирующей роли новой коры и важности многоуровневой, явной, символической интерпретации сенсорных данных для их осознания (Crick & Koch, 1990). Дж. М. Эделмен и Дж. Тонони (2000) предложили гипотезу "динамического ядра", расположенного в коре головного мозга, активность которого является нейронным субстратом сознания. Динамическое ядро, - это процесс интенсивного взаимодействия нейронов таламокортикальной системы посредством повторного входа, который достигает высокой интеграции в течение сотен миллисекунд.

Идея о том, что интенсивная синхронная разрядка нейронов, формирующая поля высокой активности коры, играет важную роль в порождении феноменов сознания, имеет глубокие корни в физиологии и впервые высказана И. П. Павловым (1951): "Если бы можно было видеть сквозь черепную коробку и если бы место с оптимальной возбудимостью светилось, то мы увидели бы на думающем сознательном человеке, как по его большим полушариям передвигается постоянно изменяющееся в форме и величине причудливо меняющихся очертаний светлое пятно". Это предвидение полностью подтвердилось. Современные экспериментальные средства позволяют непосредственно наблюдать "светлое пятно сознания", перемещающееся по коре головного мозга, хотя мы по-прежнему не знаем, как порождается психический феномен осознания.

Перечисленные гипотезы имеют внушительные экспериментальные основания и многие из анализируемых процессов могут участвовать в механизмах осознания. Однако, нельзя отрицать тот факт, что процессы синтеза информации, ассоциативного воспоминания, сравнения данных, связывания характеристик стимула или интенсивной синхронной разрядки нейронов имеют место и во многих других видах координированной нейронной активности мозга, лежащих в основе восприятия и поведения. Эти процессы кажутся все-таки недостаточно специфичными для объяснения уникального феномена осознания. Остается неясным ключевой и наиболее таинственный аспект проблемы: каким образом объективно регистрируемая нейронная активность мозга (физиологический процесс) порождает субъективный феномен осознания (психический процесс)?

3. Автоотождествление как ключевой механизм осознания

Данная работа посвящена выяснению природы сознания. Но дать определение сознания до того, как станут известны порождающие его психофизиологические механизмы, вероятно, невозможно. К этой проблеме мы еще вернемся, а пока, следуя Дж. М. Эдельмену и Дж. Тонони (2000), будем считать сознанием то замечательное свойство мозга, которое мы теряем, засыпая без сновидений, и обретаем вновь, когда просыпаемся.

В качестве исходной посылки примем представления, существующие в повседневной медицинской практике, которая отражает наиболее разносторонний и богатый опыт наблюдения за возникновением и исчезновением сознания у пациентов. В медицинской практике критерием сознательного состояния пациента является его способность отвечать на вопросы врача о своем состоянии и об окружающей обстановке. То есть критерием сознательного состояния субъекта является его способность сообщить свое знание другому

(Симонов, 1987). Но чтобы передать свое знание другому, необходимо сначала представить его себе. Тогда представление собственного знания самому себе, возможно, лежит в основе процесса осознания, поскольку временная потеря речевых функций (например, в результате инсульта) не препятствует осознанию внешних и внутренних событий.

Что значит представить собственное знание самому себе? Пока знание хранится в памяти, оно существует в неявной форме. Неявное знание, это знание существующее, но не явленное, не представленное себе. Извлеченное из памяти знание, представленное себе подобно внешним данным, становится явным. Тогда механизм представления знания в явной форме может лежать в основе процесса осознания.

Действительно, способность осуществлять явное внутреннее представление как внешних объектов, так и конструируемых внутри образов, является наиболее ярким и специфическим свойством сознания. Функционирование сознания всегда связано с явными представлениями образов, символов, звуков, запахов, прикосновений и т. п., и неотделимо от них. Никакая сознательная деятельность мозга невозможна без явного представления данных, которое, вероятно, является ключевым процессом осознания.

Если все это действительно так, то какой нейробиологический механизм может осуществлять явное представление данных и, тем самым, породить психически переживаемый феномен их осознания? Как известно, процесс восприятия сенсорного события вызывает в нескольких областях коры головного мозга специфическое распределение нейронной активности. Можно предположить, что специфический паттерн возбуждения выходных нейронов передается на входные нейроны тех же областей коры через автономные обратные связи. Совпадающие компоненты этих паттернов возбуждения, порождаемых стимулом и передаваемых по обратным связям, складываются на одних и тех же нейронных структурах, вызывая когерентную разрядку все большего числа нейронов и увеличивая интенсивность возбуждения этих структур. Такой циклический процесс с положительной обратной связью может взрывообразно увеличить интенсивность специфического паттерна возбуждения. Кроме того, интенсивное возбуждение вызывает динамическое торможение окружающих нейронных структур, что дополнительно способствует выделению специфического паттерна из фона. Специфичность пространственного возбуждения коры акцентирует специфические характеристики стимула, обеспечивая его категоризацию.

Специфический паттерн электрической активности - паттерн категоризации - порождается нейронными структурами коры в ответ на входное возбуждение и выражает биологическую интерпретацию стимула. Способность мозга отображать физические события в биологических категориях (свет, звук, запах, прикосновение) и отвечать на них адекватной моторной активностью возникла задолго до появления сознания. Паттерн категоризации отображает внутреннюю информацию, накопленную организмом в процессах эволюционного отбора и прижизненного обучения.

Сенсорная категория отображается выходным паттерном электрической активности коры и, посредством автономных обратных связей, передается на ее вход. Отождествление паттерна категоризации с самим собой, посредством его обратной передачи на вход, есть процесс автоотождествления. Критерием автоотождествления является взрывообразный рост интенсивности специфического паттерна категоризации.

Представление сенсорных категорий паттернами входной нейронной активности коры, то есть функционально так же, как отображаются внешние сигналы, есть представление внутренних данных в явной форме. Явное представление биологических (сенсорных и моторных) категорий позволяет аппарату восприятия производить их оценку и порождать поведенческую активность точно так же, как это делается в ответ на внешние сигналы.

Представление сенсорных категорий паттернами входной нейронной активности коры есть представление внутренних данных самому себе в качестве элементов отображения внешнего мира. В результате внешний мир оказывается представленным субъекту не в физических характеристиках, а в сенсорных категориях: цвет, вкус, запах, прикосновение и т. п., что и составляет процесс сенсорного осознания. Явное представление стимула в сенсорных категориях означает, что процесс восприятия переходит с физиологического (объективного) на психический (субъективный) уровень (Сергин, 1998, 2009 а, б; Sergin, 2000). Как писал Ч. Шеррингтон (1951), “происходят изменения ... полностью необъяснимые и неожиданные”: мы видим свет. Это видение – нечто субъективное, полностью отличающееся от объективных физических процессов, которые предшествуют и сопровождают его.

Следует подчеркнуть, что осознается не входное возбуждение, а сенсорная категория, которая порождается нейронной структурой коры в ответ на входное возбуждение. Сенсорные категории, - это внутренние данные, которые содержатся в памяти, а процесс автоотождествления является способом представления внутренних данных в явной форме. Это значит, что внешнее событие сначала должно быть воспринято, то есть представлено в сенсорных категориях, и только потом мозг сможет осознать его. Осознание оказывается формой вторичной обработки данных, а процессы неосознаваемого восприятия и осознания оказываются разделенными по времени и функционально обособленными.

Сенсорное осознание, - это осознание внешних событий, которые отображаются паттернами электрической активности коры и становятся внутренними сигналами мозга. В процессе мышления операционная активность мозга также отображается паттернами электрической активности коры. Поэтому нейрофизиологический механизм осознания результатов операционной активности мозга может быть совершенно аналогичен механизму осознания сенсорных данных. Механизм автоотождествления оказывается универсальным аппаратом осознания сигналов, как порождаемых сенсорным входом, так и генерируемых самим мозгом.

4. Экспериментальные данные

Существует ли механизм автоотождествления в действительности? Если этот циклический механизм действительно существует, то его функционирование должно порождать вполне определенные и предсказуемые свойства процесса осознания. Тогда сопоставление теоретически предсказанных и экспериментально установленных свойств сознательного восприятия позволит подтвердить или опровергнуть существование механизма автоотождествления.

В работах (Сергин, 1994, 1998, 2009 а, б; Sergin, 1991, 1994, 2000) показано, что гипотеза автоотождествления влечет за собой точно формулируемые следствия в отношении временных и частотных характеристик осознания сигналов. Дается теоретическая оценка времени цикла автоотождествления, которая составляет приблизительно 50 мс (Sergin, 1991, 1994). Анализ обширных психофизиологических данных, относящихся к таким феноменам как временной порог, временная суммация, обратная маскировка, слияние мерцаний и др., позволяет оценить время цикла автоотождествления величиной порядка нескольких десятков миллисекунд, которая может варьировать в диапазоне от 10 до 100 мс. Следовательно, соответствующую полосу частот циклических процессов можно оценить диапазоном приблизительно от 10 до 100 Гц.

Частота циклических процессов автоотождествления является физиологической характеристикой, она может быть различной у разных людей и зависеть от состояния субъекта и интенсивности переживаемых событий, аналогично тому, как это имеет место для других периодических процессов, например, частоты пульса и дыхания. На увеличение

потока (новизны, витальной значимости) информации I по любому перцептивному каналу механизм автоотождествления должен отвечать увеличением частоты циклов f_c , чтобы успевать включать ее в процесс осознания. Следовательно $f_c \sim I$. Это соотношение имеет две асимптотики. Если поток информации очень велик, частота может достигать значения, увеличение которого физиологически невозможно. Тогда дальнейший рост входной информации уже не может приводить к росту частоты циклических процессов. Если поток входной информации очень мал, частота падает до минимума, соответствующего состоянию релаксации. Следовательно, зависимость частоты циклических процессов от потока входной информации (рис. 1) можно представить возрастающей функцией с двумя асимптотиками, около 10 и 100 Гц (Sergin, 1992; Сергин, 1994).

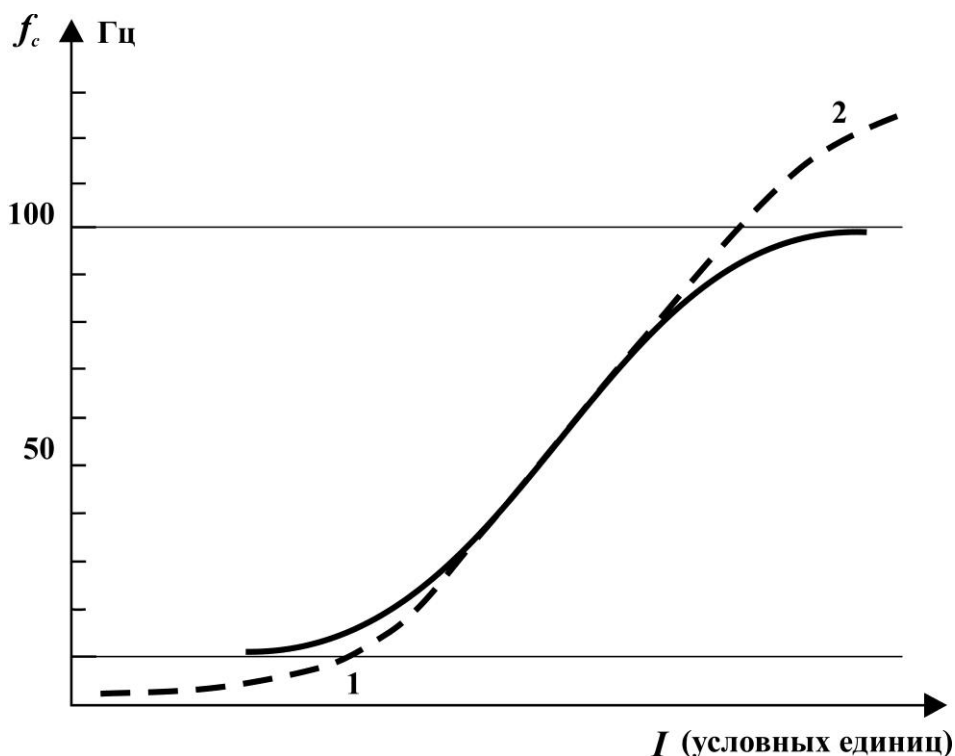


Рис.1. Зависимость частоты циклических процессов автоотождествления f_c от потока входной информации I (сплошная линия). Пунктиром показаны особые режимы функционирования сознания 1 и 2, которые поясняются в конце статьи

Процессы автоотождествления реализуются в обширных областях коры головного мозга. Если эти циклические процессы действительно существуют, то они могут быть обнаружены прямыми измерениями электрической активности коры. К. Кох и Ф. Крик (1994) выполнили анализ обширных электрофизиологических данных и обнаружили, что зрительное осознание действительно коррелирует с высокочастотной электрической активностью коры головного мозга в диапазоне 30-70 Гц.

Наблюдаемая корреляция функциональной активности мозга со стандартными частотными диапазонами электро- и магнитоэнцефалографии показывает, что интенсивная сознательная деятельность характеризуется высокочастотной электрической активностью коры в бета (14-30 Гц) и гамма (30-100 Гц) диапазонах. В состоянии релаксации, отсутствии внешних стимулов и закрытых глазах электрическая активность смещается в низкочастотную область с преобладанием альфа-ритма (8-13 Гц). Таким образом, высокочастотные колебания электрической активности в диапазоне от 10 Гц до 100 Гц,

которые должны порождаться процессами автоотождествления в коре головного мозга, не только существуют в действительности, но и являются доминирующими.

Из анатомических и нейрофизиологических данных известно, что структура коры головного мозга состоит из сотен миллионов вертикально ориентированных популяций нейронов (мини колонок) с множеством связей по вертикали и с относительно небольшим числом горизонтальных связей (Маунткастл, 1981; Mountcastle, 1998). Эти модули обработки содержат массивные корко-корковые обратные связи, передающие возбуждение непосредственно или через ядра подкорковых структур. Установлено также, что подавляющее большинство обратных связей являются положительными. Такая анатомическая организация коры обеспечивает наилучшие условия реализации циклических процессов автоотождествления. Таким образом, независимые экспериментальные данные психофизиологии, электрофизиологии и анатомии коры головного мозга подтверждают реалистичность процессов автоотождествления.

Как уже было упомянуто раньше, частота циклических процессов автоотождествления непосредственно связана с новизной, значением и интенсивностью воспринимаемых или переживаемых событий. Она характеризует интенсивность психической жизни субъекта и, следовательно, определяет темп субъективного времени. Медленному темпу соответствует низкая частота циклических процессов, быстрому темпу - высокая. Тогда знакомое каждому ощущение скорости течения субъективного времени непосредственно выражается физиологической характеристикой - частотой циклических процессов автоотождествления в коре головного мозга.

Циклические процессы создают внутреннюю временную шкалу, обеспечивающую различие событий во времени и оценку их продолжительности. В работе (Sergin, 2000) построена модель субъективной оценки длительности временных интервалов. Показано, что теоретическая зависимость частоты циклических процессов и ошибки оценки интервалов от их длительности с высокой степенью точности соответствуют экспериментальным данным. В этой (и более ранних цитированных работах) рассмотрена также зависимость восприятия минимальной длительности сенсорных событий и временного порога различения сигналов от частоты циклических процессов. В работах (Sergin, 1992, 1994; Сергин, 1994) показана роль частоты циклических процессов и темпа субъективного времени в порождении таких психических феноменов как гипноз, медитация и экстренная мобилизация организма.

5. Организация процессов сознательного восприятия

Систему сознательного восприятия, по одному из сенсорных путей, можно представить схемой, показанной на рис. 2. Хотя процессы неосознаваемого восприятия и осознания тесно связаны между собой и протекают в одних и тех же областях коры, их нейронная организация различна. Из механизма автоотождествления следует, что осознание является формой вторичной обработки данных, поэтому процессы неосознаваемого восприятия и осознания разделены по времени, а их нейронные аппараты должны быть функционально обособлены.

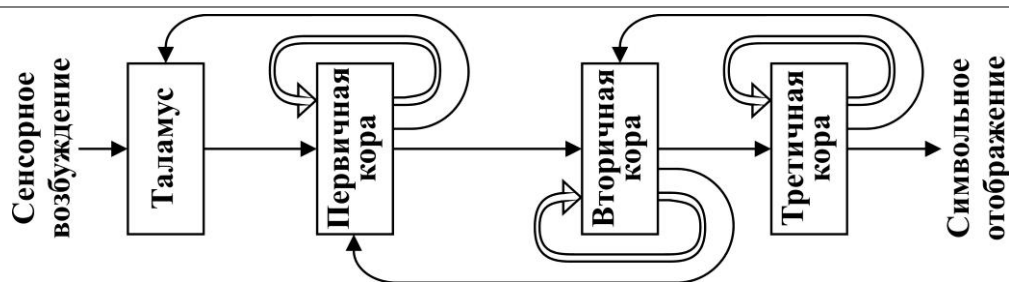


Рис. 2. Функциональная схема системы сознательного восприятия. Восходящее сенсорное возбуждение и обратные связи показаны одинарными линиями. Двойными линиями показаны автономные обратные связи механизма автоотождествления

В системе неосознаваемого восприятия сенсорное возбуждение передается по иерархии корковых зон от проекционных к ассоциативным областям. На каждом следующем уровне обработки формируются характеристики, объемлющие данные нижележащих уровней. Обратные связи системы восприятия передают нисходящее возбуждение. Нисходящее возбуждение избирательно стимулирует нейронные ансамбли нижележащих уровней, облегчая передачу тех компонентов сенсорного возбуждения, которые соответствуют высшей объемлющей характеристике данного акта восприятия (Сергин, 2002, 2007, 2009, в). Например, если объемлющей характеристикой является решетка, то могут стимулироваться нейронные популяции нижележащих уровней, реагирующие на линии определенных ориентаций. Характерными особенностями крупномасштабной организации системы неосознаваемого восприятия являются горизонтальные, иерархически упорядоченные корко - корковые взаимодействия, которые охватывают сенсорные, ассоциативные и моторные области коры.

Анатомическим базисом осознания являются автономные обратные связи коры головного мозга. Обратные связи являются автономными, если они начинаются с выходных популяций нейронов данной области коры и заканчиваются на входных популяциях этой же области. Автономные обратные связи должны обладать топографической упорядоченностью и могут замыкаться через соответствующие ядра подкорковых структур (но не через другие области коры). Характерными особенностями крупномасштабной организации аппарата осознания являются вертикальные корко - корковые и корко - подкорковые взаимодействия, которые обеспечивают выделение и интенсивное отображение специфических качеств сенсорных, моторных и когнитивных категорий.

В работе И. Силькис (2006) предложена модель распределенной системы "кора - базальные ганглии - таламус - кора". В этой системе нейроны каждой области новой коры проецируются в определенную область стриатума, которая затем, через выходные ядра базальных ганглиев, проецируется в область таламуса, которая иннервирует ту же область новой коры. Показано, что эти автономные обратные связи могут вызывать рост интенсивности и контрастности специфического паттерна возбуждения данной области коры. Время циркуляции возбуждения по замкнутому контуру составляет 25-30 мс и может изменяться в зависимости от физиологических параметров. Такая распределенная система может рассматриваться в качестве кандидата на роль анатомической основы аппарата автоотождествления.

В работе (Сергин, 2009, в) показано, что в процессе восприятия поток информации быстро уменьшается вверх по иерархии корковых уровней обработки. Например, когда мы смотрим на картину или слушаем песню, данные первых корковых уровней быстро изменяются, в то время как данные высшей ассоциативной коры остаются стабильными, пока мы смотрим на эту же картину или слушаем эту же песню. Поскольку частота процессов автоотождествления уменьшается при уменьшении потока информации (рис. 1),

типичная частота автоотождествления должна быть максимальной в проекционных и минимальной в высших ассоциативных областях коры. В качестве предварительной оценки, типичная частота процессов автоотождествления в первичной коре может составлять 70 Гц, во вторичной - 40 Гц и в третичной коре около 20 Гц. Эти частоты могут изменяться в широком диапазоне в зависимости от новизны и значения данных, мотивации субъекта и других факторов.

Тактовая частота аппарата неосознаваемой обработки данных определяется скоростью переключения нейронов и, вероятно, составляет сотни герц. Тактовая частота аппарата осознания составляет несколько десятков герц, что определяет его невысокую производительность как системы обработки данных. Отсюда следует, что осознаваться может лишь небольшая часть воспринимаемых данных. Из психологических наблюдений давно известно, что действительно осознается только небольшая часть воспринимаемой информации. Другое следствие модели состоит в том, что скорости неосознаваемого восприятия и моторного ответа должны быть много выше скорости сознательной реакции. Это также соответствует наблюдаемым фактам. Таким образом, эти важные и давно установленные свойства человеческой психики получают нейрофизиологическое объяснение.

Адаптивное значение имеет целостный образ, а не его отдельные сенсорные признаки. Поэтому первичное осознание должно происходить в ассоциативной коре, отображающей объемлющую характеристику объекта. С этого уровня обработки возбуждение передается по каскаду обратных связей вниз, и в следующий момент времени могут осознаваться среднемасштабные сенсорные характеристики. В последнюю очередь должны осознаваться мелкомасштабные детали и всякого рода подробности. Экспериментальные данные подтверждают такую последовательность сознательного восприятия. Например, экспериментально установлено, что во время фиксации взора, зрительный образ обрабатывается последовательно, по этапам, с выделением сначала общих характеристик, потом все более мелкомасштабных и детальных (Хофман, 1986; Барабанщиков, 2000). Из повседневного опыта известно: то, что мы видим мельком, мы видим в общих чертах. Необходимо некоторое, хотя и небольшое, время, чтобы увидеть подробности.

Осознание высшей объемлющей характеристики на первом этапе восприятия объясняет нашу способность схватывать осмысленное целое еще до осознания составляющих признаков. Это и есть "гештальт", - явление, породившее в начале прошлого века целую область гештальт психологии, которая до сих пор не имеет надежного научного фундамента.

В процессе эволюции происходило усложнение нервной системы, дифференциация и специализация коры и подкорковых структур, росло модальное разнообразие воспринимаемых сигналов и количество последовательных уровней обработки. Важнейшей задачей адаптации становилось связывание данных разных модальностей и уровней обработки для формирования целостного восприятия. Но данные разных уровней обработки одного и того же сенсорного события отображаются в разные моменты времени. Для того, чтобы представить их совместно, необходимы корковые механизмы, запоминающие специфические паттерны возбуждения на время в несколько десятков или сотен миллисекунд. Автономные обратные связи, передающие паттерны категоризации данной области коры на её собственный вход, обеспечивают запоминание специфического возбуждения на время его циркуляции по замкнутому контуру. В результате данные разных уровней обработки оказываются одновременно представленными субъекту, что может породить целостный образ.

Если целостный образ действительно формируется аппаратом автоотождествления, то он изначально является осознанным. Тогда целостные образы являются продуктом сознательной активности мозга. Это утверждение нуждается в экспериментальной проверке,

поскольку важно для понимания соотношения осознаваемого и неосознаваемого в человеческой психике.

Сенсорный объект может отображаться и после его исчезновения, если циклические процессы автоотождествления поддерживаются неспецифической активирующей системой мозга на протяжении хотя бы нескольких циклов. Сохранение специфических паттернов нейронной активности, отображающих стимул на протяжении нескольких десятков или сотен миллисекунд после его исчезновения, может формировать ультра кратковременную (иконическую, эхоическую) сенсорную память.

Экспериментально установлено, что ультракратковременная сенсорная память существует в самом деле. Сенсорная память характеризуется большой емкостью и малым сроком хранения. Например, зрительные образы на матрицах размерностью 32×32 запоминаются почти без ошибок на срок около 100 мс (Phillips, 1983). Считается, что зрительная (иконическая) память позволяет фиксировать всю поступающую информацию, но только на доли секунды (Клацки, 1978). Последнее утверждение можно теперь уточнить. Если иконическая память порождается аппаратом автоотождествления, то она может фиксировать всю, но только осознаваемую информацию.

Не все сенсорные данные требуют точного и детального осознания. Если некоторая информация не представляет актуальной ценности, процесс может быть прерван на стадии осознания общего (качественного) характера сенсорного события или только факта его наличия. Это предосознание, возможно, и является первичным ощущением. Ощущение может быть ранней стадией осознания, на которой отображаются только качественные свойства стимула. Некоторые стимулы, например, слишком слабые или быстро изменяющиеся, физически недоступны детальному осознанию и могут только ощущаться. Данные многих рецепторных органов, например, равновесия, температуры или давления, а также данные о внутренней среде организма, в противоположность зрительной или слуховой информации, всегда отображаются в качественной форме. В результате подавляющее большинство стимулов окружающей среды и внутреннего мира субъекта только ощущается. Но именно этот многомодальный и многообразный поток пред осознаваемых стимулов и создает чувство жизни, ощущение бытия в окружающем мире.

Ощущение как и осознание порождается интенсивным отображением сенсорного события. Однако, в случае ощущения, интерпретация сенсорного события характеризуется нерасчлененными, недифференцированными категориями. Ясное осознание характеризуется высоко дифференцированной категоризацией и многоуровневой символьной интерпретацией. Категории, символы, образы составляют общую для всех людей базу знаний, созданную культурной эволюцией человечества. Именно поэтому со-знание есть совместное знание (Симонов, 1987). В осознании большую роль играют процессы символьной интерпретации. Высоко дифференцированное отображение данных делает возможным их анализ и синтез, а явное символьное представление позволяет оперировать данными как обособленными сущностями. В результате становится возможным оперирование знаниями, что составляет важнейшее содержание сознательной деятельности мозга (Сергин, 1994; Sergin, 1994, 1999).

Осознание является формой вторичной обработки, назначение которой состоит в явном представлении актуально значимых данных. Универсальная система явного представления данных достигает наибольшей эффективности в зрительном восприятии, порождая психический феномен видения. Видение, - это явное внутреннее представление сенсорного события, которое порождает понимание, поскольку является его субъективной интерпретацией. Осознание придает новое качество процессу восприятия в психическом плане, позволяя не только смотреть и адекватно реагировать, но смотреть и видеть, не только слушать и действовать, но слушать и слышать. Осознание вовлекает сенсорные данные в процессы рассудочного и образного мышления и в психическую активность субъекта.

Выполненные исследования (Сергин, 2009 а, б) позволяют утверждать, что осознание, - это процесс представления внутренних данных в явной форме. Явное символическое представление сенсорных данных порождает сенсорное осознание. Явное символическое представление результатов операционной активности мозга порождает мысль. Если зрительное осознание - это видение внешних событий, то мысль - это видение результатов операционной активности мозга.

6. Сенсорно-моторное повторение и мышление

Мы не можем произвольно манипулировать отображениями окружающего мира, например, зрительной сценой или звучанием оркестра. Но мы можем свободно манипулировать символами, схематическими образами или словами, выражающими мысль. Человек способен осознавать результаты операционной активности мозга и может управлять этой операционной активностью, то есть думать. Как нам удастся управлять операционной активностью мозга и какие нейрофизиологические механизмы лежат в основе наших способностей к мышлению?

Ключевая идея, позволяющая ответить на этот вопрос, состоит в том, что явное символическое представление внутренних данных позволяет произвольно управлять ими как обособленными объектами. Примером произвольного управления может служить вербальное повторение: человек произносит слово, слышит его, запоминает, произносит вновь и т. д. Это циклический вербальный процесс сенсорно-моторного повторения. Слова не обязательно произносить вслух, человек может повторять их про себя, что составляет процесс внутреннего сенсорно-моторного повторения. Повторение, - управляемый процесс, его можно прерывать и возобновлять вновь, его содержание можно произвольно изменять. Простейшая схема сенсорно-моторного повторения представлена на рис. 3.

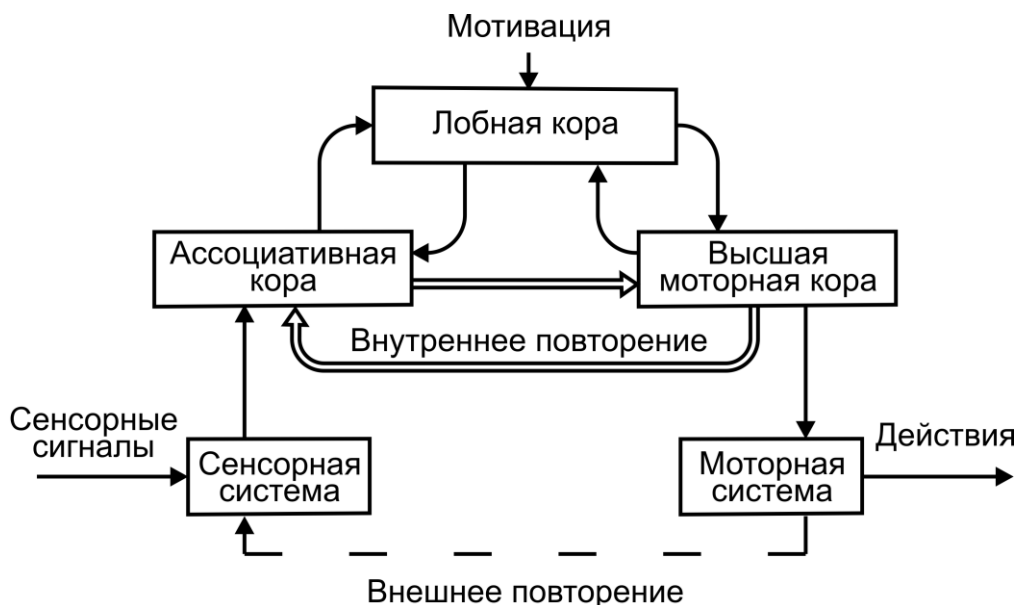


Рис. 3. Схема сенсорно-моторного повторения. Внутреннее повторение выделено двойными линиями. Связи с подкорковыми структурами не показаны

Внешнее повторение - повторение слов или постукивание пальцем - выражается в действиях эффекторных и рецепторных органов. Координированные планы и программы произвольного движения формируются в лобной и высшей моторной коре. Физиологически они выражаются специфическими паттернами нейронной активности, которые передаются в

первичные моторные области коры, базальные ганглии, мозжечок и спинной мозг. Вместе с тем, еще до того как они вызовут движение, эти специфические паттерны передаются через обратные связи в высшие ассоциативные (теменно-височно-затылочные) области коры, настраивая сенсорные системы на программируемые действия. Эта центральная обратная связь замыкает контур, что делает возможным внутреннее повторение.

Вербальная система имеет наиболее мощный аппарат сенсорно-моторного повторения, который включает височную речевую зону коры (область Вернике), осуществляющую рецептивный подбор слов и лобную область формирования речи (область Брока). На рис. 4 показана схема этапов обработки информации при назывании увиденного или услышанного сенсорного объекта, построенная по нейрофизиологическим данным (Физиология человека, 1996, т. 1).



Рис. 4. Этапы обработки информации при назывании увиденного (услышанного) предмета

Передача информации в мозге имеет унитарный характер. Информация передается от одной области коры к другой посредством паттернов электрической активности. Для моторной системы, не только движения, но и слова, образы или символы, - это всего лишь специфические паттерны электрической активности. Поэтому программный аппарат моторной системы, управляющий двигательными актами, точно так же может управлять словами, символами или образами.

Многие зрительные образы, их признаки, свойства и операции над ними выражаются словами и, следовательно, отображаются паттернами речевой моторной системы. Чтобы визуализировать образ, достаточно назвать его про себя или вслух. Называя определенное слово, человек активизирует речевую моторную систему, паттерны которой передаются в ассоциативную зрительную кору. Специфическая реакция долговременной зрительной памяти порождает соответствующий образ. Процедуры преобразования фигур (декомпозиция, сдвиги, повороты и т.п.) также управляются паттернами речевой моторной системы. Эти процессы образного мышления осуществляются посредством механизмов

зрительно-вербального повторения. Б. Кохен (1986), анализируя обширный экспериментальный материал, находит, что внутренняя речь играет основную роль в вызове и управлении образами разных модальностей.

Зрительное повторение представляет собой циклический процесс сенсорно-моторного воспроизведения зрительных образов. Образы зрительных ассоциативных областей коры лишены деталей и подробностей, это всего лишь схемы объектов и событий, их концепты (Сергин, 2009, в). Но эти простые образы объектов, схемы явлений и небольшие наборы данных удобны для управления и обработки, что облегчает выполнение сложной совокупности операций, составляющих процессы образного мышления.

Человек может мысленно строить образ объекта, повторяющий реальный прототип. Отвечая на вопросы о конкретных деталях объекта, человек как бы рассматривает воображаемый объект (Финке, 1986). При этом глаза совершают такие же движения, как и при рассматривании реального объекта. Функционирование глазодвигательной системы, вероятно, необходимо для вызова из долговременной памяти ассоциативно связанной зрительной информации, которая имеет определенную пространственную организацию. Человек, посредством программного аппарата моторной системы, управляет формированием зрительных образов точно так же, как он управляет артикуляционным аппаратом или движениями рук. Направленное изменение зрительных образов, посредством их повторения и преобразования, составляет процесс образного мышления (воображения).

Отображение образов разных модальностей паттернами речевой моторной системы позволяет управлять ими посредством программного аппарата. Обширная и хорошо структурированная база данных речевой системы и ее непосредственная управляемость программным аппаратом моторной системы порождают универсальность процедур вызова и управления. Поэтому любые виды операционной активности мозга, например, формирование мысленных образов или логические рассуждения, должны порождать специфическую активность в левой речевой височной области. А. М. Иваницкий (2009), обобщая опыт обширных экспериментальных исследований, приходит к выводу, что возникновение очага возбуждения в левой височной области происходит при выполнении любых видов мыслительных задач.

Рассудочное мышление непосредственно связано с отображением информации паттернами нейронной активности речевой моторной системы. Процедура повторения может обеспечивать последовательность и непрерывность процесса рассуждений, его связанность и однозначность. В этих свойствах рассудочного мышления легко просматриваются характерные черты моторной системы, функционирование которой осуществляется посредством выбора единственной из множества потенциальных команд, их последовательного выполнения и строгой связанности последовательных действий.

Программный аппарат моторной системы отбирает небольшие координированные наборы действий из громадного множества потенциально возможных. Строгая последовательность небольших наборов координированных действий позволяет осуществлять целенаправленное движение. Программный аппарат моторной системы, формирующий связанную однозначную последовательность двигательных актов, точно так же формирует связанную однозначную последовательность слов или символов. Мы можем управлять последовательностью мыслей точно так же, как мы управляем последовательностью движений. Схематизм, жесткая однозначность и логичность рассудочного мышления могут порождаться программным аппаратом моторной системы (Сергин, 1994; Sergin, 1999).

Аппарат программирования трехмерного движения является одним из наиболее фундаментальных достижений биологической эволюции. Естественный отбор выметал из программного аппарата все, что не отвечало логике реализации двигательных актов, временной последовательности и пространственной координации действий и другим

рациональным критериям целенаправленного движения. Логика рассудочного мышления, похоже, всего лишь малая выборка из арсенала средств программного аппарата моторной системы.

Таким образом, подлинным источником рациональности и логичности рассудочного мышления является программный аппарат моторной системы. Интеллект оказывается механистичным по своей природе. Прямые клинические данные, подтверждают это утверждение. Медицинской практикой установлено, что больные с поражениями лобной коры успешно справляются с большинством стандартных тестов на интеллект (Физиология человека, 1996, т. 1, с. 167). Следовательно, даже помимо лобной коры, существует аппарат мышления, обеспечивающий решение интеллектуальных задач (хотя и не всех). Это хорошо согласуется с описанной ролью программного аппарата моторной системы и функциями сенсорно-моторного повторения.

В процессе эволюции лобная кора надстраивалась над высшими областями моторной и сенсорной коры и подкорковыми структурами: лимбической системой, таламусом и гипоталамусом, гиппокампом, базальными ганглиями и др. Тесная связь лобной коры с подкорковыми структурами, отображающими внутренние состояния организма, жизненные гомеостатические функции и аффективные оценки ситуации, важные для выживания, формировали ее способности порождать мотивации, намерения и целенаправленные формы поведения. Лобная кора формировалась как высший уровень отображения собственного организма, окружающей среды и их взаимоотношений, что делало ее естественным центром формирования поведенческих и моторных планов. В этом качестве лобная кора включается в планирующий аппарат моторной системы и механизмы сенсорно-моторного повторения, как это показано на рис. 3.

7. Операционное сознание

Систему оперирования данными, которая осуществляет такие высшие функции как рассудочное и образное мышление, будем называть операционным сознанием (Сергин, 1994; Sergin, 1994, 1999). Механизм сенсорно-моторного повторения является базовым средством операционного сознания. Экспериментальные данные показывают, что типичная частота вербального повторения составляет 3 - 6 Гц, частота зрительного повторения несколько ниже (Клацки, 1978). Частота повторения является тактовой частотой операционного сознания как системы обработки данных. Следовательно, процессы рассудочного и образного мышления реализуются посредством циклических механизмов, работающих с тактовой частотой порядка нескольких герц, что приблизительно соответствует тета ритму. Заметим для сравнения, что тактовая частота аппарата осознания на порядок выше и составляет 10-100 Гц, а тактовая частота неосознаваемой обработки, вероятно, составляет сотни герц.

Программный аппарат моторной системы является источником рациональности мышления. Рациональность порождается тем, что действия моторной системы причинно обусловлены, здесь нет места фикциям. Эта причинная обусловленность воспроизводима посредством аппарата сенсорно-моторного повторения и наблюдаема посредством аппарата осознания данных. Воспроизводимость и наблюдаемость делают возможным выявление причинно-следственных связей. Способность устанавливать причинно-следственные связи является ключевым свойством человеческого разума. Знание причинно-следственных связей обеспечивает человеку важные адаптивные преимущества, которые могли играть решающую роль в процессе его эволюции.

Процедура сенсорно-моторного повторения доступна обозрению и управляема. Физиологически это возможно потому, что повторение является низкочастотным процессом и его содержание доступно обозрению с помощью высокочастотного аппарата автоотождествления (осознания), который встроен внутрь контура повторения (рис. 5).

Череда мысленных образов, слов или символов управляема посредством программного аппарата моторной системы и доступна обозрению посредством аппарата автоотождествления. Взаимодействующие механизмы сенсорно-моторного повторения и автоотождествления позволяют нам формировать образы, сцены и диалоги, наблюдать и изменять их, порождая подвижный и управляемый мир сознательного опыта (Сергин, 1994; Sergin, 1999).

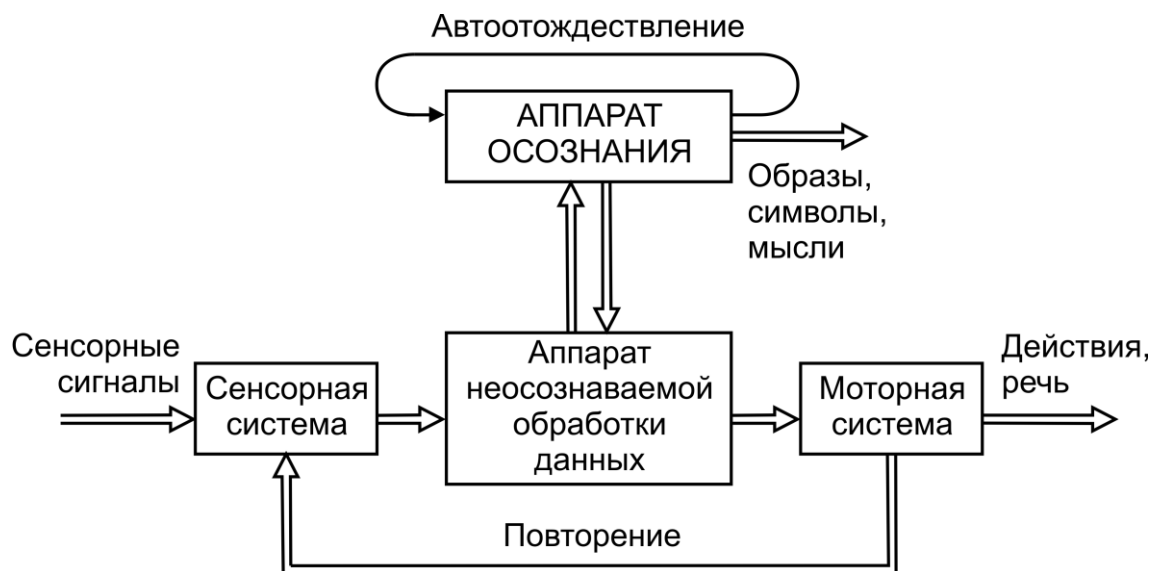


Рис. 5. Схема взаимодействия процессов сенсорно-моторного повторения и осознания данных

Время хранения данных в сенсорной памяти составляет доли секунды, а время хранения данных в оперативной (рабочей) памяти составляет десятки секунд и больше (Клацки, 1978). Увеличение длительности хранения небольшого набора данных может быть обеспечено посредством внутреннего сенсорно-моторного повторения. Тогда время хранения данных в оперативной памяти должно определяться временем поддержания циклических процессов повторения (например, когда мы повторяем про себя номер телефона). Сохранение данных путем сенсорно - моторного повторения делает их доступными управлению посредством программного аппарата моторной системы, что обеспечивает их включение в процессы рассудочного и образного мышления

Оперативная память содержит только те данные, которые субъект в данный момент осознает. Сохранение данных в оперативной памяти, - это психический процесс, который физиологически должен выражаться в поддержании взаимно скоординированных специфических паттернов нейронной активности в тех сенсорных, ассоциативных и моторных областях коры, которые составляют замкнутый контур передачи возбуждения. Тогда топографическая локализация и специфичность паттернов нейронной активности коры должны соответствовать когнитивному содержанию оперативной памяти. Например, удержание в памяти зрительного образа должно вызывать избирательную активацию соответствующих областей зрительной, теменно-височной и лобной коры, временно связанных этой специфической активностью в замкнутый контур сенсорно-моторного повторения. Удержание в памяти слов или чисел должно вызывать активацию левой височной коры, лобной и моторной коры, ответственных за восприятие и порождение речи. Многочисленные экспериментальные данные подтверждают специфическую связь когнитивного содержания мысленных операций с топографией функционально активных областей коры. Эта связь оказывается настолько хорошо выраженной и устойчивой, что по

рисунку электроэнцефалограммы удается определять тип задачи, которую решает испытуемый (Иваницкий Г.А., Наумов Р.А., Иваницкий Р.М., 2007; Иваницкий Г.А., Наумов Р.А., Роик А.О., Иваницкий Р.М., 2009).

Следует отметить сходство теоретических предсказаний модели операционного сознания с экспериментальными данными модели мышления А. М. Иваницкого (2009), несмотря на их концептуальные различия. Это сходство неслучайно. В модели А. М. Иваницкого (1993) фундаментальную роль выполняет замкнутый контур передачи возбуждения в места первоначальных проекций (фокус взаимодействия), обеспечивающий синтез информации. Топография фокуса взаимодействия широко варьирует в зависимости от вида решаемой задачи. Консолидация фокуса взаимодействия определяется синаптическими связями, а его взаимодействия с подвижной периферией - процессами синхронизации частоты колебаний нейронной активности. Поэтому топография и частоты дифференциальной активности коры головного мозга оказываются характеристиками, специфичными для различных видов мыслительных операций. Замечательный результат, полученный А. М. Иваницким с сотрудниками, состоит в том, что "Каждый раз, когда испытуемый решает задачу определенного типа, в электрической активности его мозга устанавливается один и тот же пространственно-частотный паттерн" (Иваницкий, 2010).

Сенсорно-моторное повторение, - это глобальный целенаправленный процесс, который охватывает весь мозг и формирует дифференциальные очаги возбуждения, отображающие текущее содержание сознания. В здоровом мозге, в любой момент времени, не может существовать двух разных глобальных процессов и, соответственно, двух разных содержаний сознания. Целенаправленные (управляемые и наблюдаемые) состояния глобальной активности мозга следуют одно за другим, порождая "одноканальность" сознания. Поэтому, в каждый момент времени, мы можем держать в поле сознания только один образ, одну идею или одну тему (например, повторять про себя только один номер телефона). Это непосредственно наблюдаемое и экспериментально изученное свойство психики становится понятным теперь и в нейрофизиологическом отношении.

Аппарат рассудочного мышления базируется на данных долговременной памяти и процессах сенсорно-моторного повторения. Повторение создает временную шкалу, которая определяет последовательность событий. Эта шкала принципиально отличается от высокочастотной шкалы процессов осознания, которая формируется физическими событиями (последовательностью паттернов электрической активности определенных областей коры) и отображает интенсивность субъективного времени. Шкала процессов повторения формируется последовательностью семантических категорий, которые могут соответствовать различным временным масштабам, от микро до макро уровней, и относиться к настоящему, прошлому или будущему. В каждом частном случае аппарат мышления, включающий сенсорно-моторное повторение семантических категорий, формирует соответствующую временную шкалу и отображает временную перспективу событий. Витально или интеллектуально значимые временные последовательности многократно повторяются (в реальности или мысленно) и запоминаются в долговременной памяти. Эти последовательности и составляют основу наших представлений о процессах во времени: биографических, исторических, временах года, пережитых шторма или вспышки молнии.

8. Глобальная модель сознания

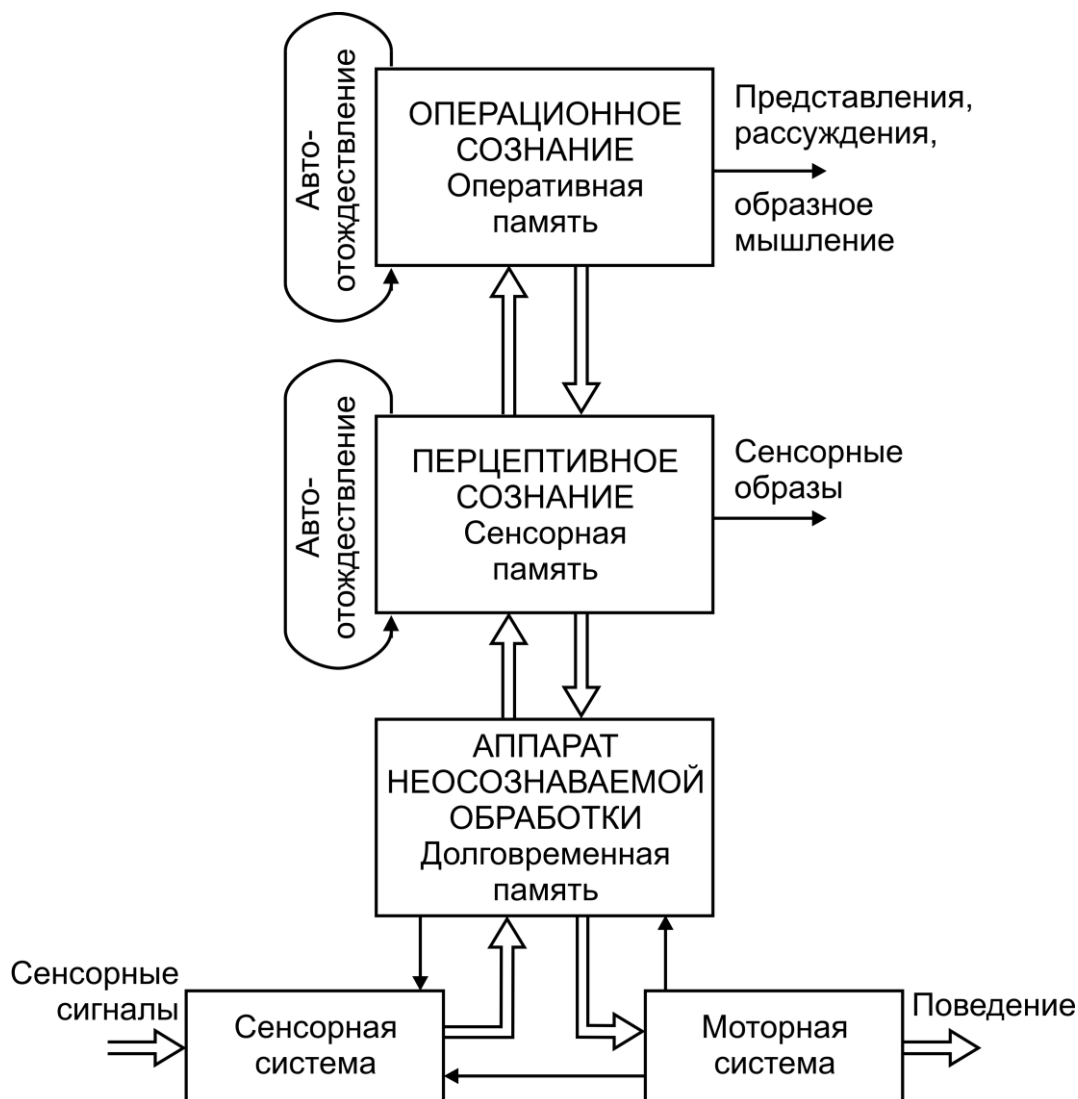


Рис. 6. Блок-схема глобальной модели сознания

Глобальную модель сознания можно представить схемой, показанной на рис. 6. Двойными стрелками выделены три контура, отображающих три функционально обособленных системы мозга, работающих в различных полосах частот. Нижний уровень, включающий сенсорную систему, систему неосознаваемой обработки данных и моторную систему, отображает аппарат неосознаваемого восприятия и поведения. Этот высокочастотный аппарат характеризуется самым мощным потоком сенсорной информации, высокой скоростью обработки и моторного ответа, обеспечивающих эффективное и адекватное поведение человека в темпе реального времени.

Кора больших полушарий головного мозга имеет модульную организацию (Маунткэстл, 1981; Mountcastle, 1998). Неосознаваемая обработка данных осуществляется массивно-параллельной системой, которая включает миллионы параллельно работающих модулей (мини-колонок) коры головного мозга. Тактовая частота обработки данных определяется временем переключения нейрона и может составлять сотни герц. Долговременная память имеет, по-видимому, иерархическую организацию с различными временами выборки информации. Минимальное время выборки определяется временем

переключения нейрона и составляет величину порядка 1 мс. Время хранения данных в долговременной памяти, вероятно, достигает продолжительности жизни. Синаптическая организация нейронных структур коры головного мозга, которая отчасти наследуется, а отчасти формируется прижизненным опытом и обучением, - это и есть наша память, фундамент нашего разума и духовной жизни.

Тактовая частота перцептивного сознания как системы обработки данных составляет 10-100 Гц. Большая емкость сенсорной памяти и повторная фиксация поступающей информации на каждом цикле автоотождествления обеспечивают полноту, детальность и точность образов сознательного восприятия. Краткий срок хранения обуславливает быструю деградацию не подтвержденной сенсорным опытом информации и готовность к восприятию новых сенсорных данных.

Аппарат осознания сенсорных данных и моторных ответов функционирует параллельно и одновременно с аппаратом неосознаваемой обработки. Но его тактовая частота и, соответственно, скорость обработки данных на 1-2 порядка ниже, поэтому мы осознаем лишь небольшую часть воспринимаемой информации. Это та актуально значимая часть сенсорной информации, которая позволяет нам обзирать текущую ситуацию и собственное поведение, и адекватно ориентироваться в окружающей среде.

Сознание реализуется в тех же областях коры головного мозга, где осуществляется неосознаваемая обработка данных. Область реализации сознания, - это множество нейронных структур коры больших полушарий, охваченных циклическими процессами автоотождествления. Эти циклические процессы создают относительную обособленность сознания от остальной психики и формируют его подвижную организацию. Попеременная активация циклических процессов в тех или иных областях коры, обеспечивает, в соответствии со специализацией этих областей, включение в процесс сознательного восприятия сигналов тех или иных сенсорных модальностей, сигналов внешнего окружения или внутреннего мира субъекта.

Операционное сознание является системой обработки данных, представленных в явной форме, которая осуществляет такие высшие функции, как рассудочное и образное мышление, воображение и рефлексю. Операционное сознание работает во времени последовательно, шаг за шагом. Система последовательного действия является универсальным средством реализации логических высказываний и рассуждений, что определяет ее широкие операционные возможности. Однако ее производительность ограничена низкой тактовой частотой (3-6 Гц) и небольшим объемом оперативной памяти. Отсюда следует, что операционному сознанию может быть доступно решение практически любых задач, не требующих большого объема вычислений.

Минимальное время выборки из долговременной памяти мозга составляет величину порядка 1 мс. Время выборки из памяти операционного сознания не может быть меньше времени цикла автоотождествления и составляет величину порядка нескольких десятков миллисекунд. Таким образом, в отличие от компьютера, долговременная память мозга является более быстрой, чем оперативная память.

Тактовая частота и скорость обработки данных операционного сознания на несколько порядков ниже, чем скорость неосознаваемой обработки. Но только операционное сознание обеспечивает нам свободу от текущего времени и текущей ситуации. Мы можем произвольно, независимо от внешних условий и текущего времени, включать механизмы сенсорно-моторного повторения. Внутреннее повторение, - это мысленное повторение, которое открывает возможности мысленной имитации событий.

Мы имитируем образы объектов, сцен или событий, или конструируем их произвольно, используя базу данных долговременной памяти. Череда мысленных образов управляема посредством программного аппарата моторной системы и доступна обозрению посредством высокочастотного аппарата автоотождествления. Если образы отображают

реальности окружающей среды, имеет место мысленное рассмотрение внешнего мира. Если образы отображают собственные свойства субъекта, имеет место рассмотрение своего внутреннего мира (самонаблюдение). Самонаблюдение позволяет создавать описания самих себя, что порождает самосознание. Взаимодействуя со своими описаниями, мы можем описывать себя описывающими самих себя, что составляет рефлексивную более высокого порядка.

Если субъект мысленно имитирует сцены или события, выражающие его взаимодействия с другим субъектом, например, диалог, то наблюдение за функционированием такой модели и ее анализ представляют собой еще одну область рефлексии. Управляемые изменения модели позволяют субъекту имитировать свое поведение, проигрывать варианты поступков и оценивать их результаты, не совершая самих действий. Этот аппарат операционного сознания открывает возможность планировать свою деятельность, прогнозировать ее результаты и осуществлять ретроспективный анализ.

9. Свободное мышление и интуиция

Система сенсорно-моторной имитации порождает наш мир сознательного опыта (субъективной реальности (Дубровский, 2009)), который, в отличие от материального мира, бесконечно и произвольно вариателен. Это мир наших мыслей, планов, надежд, поисков, мечтаний, воображения и фантазии. В мире сознания справедливы законы, отличные от биологических, например, правила логики, грамматики, социальные законы и др. Здесь возможны критерии истинности и красоты, здесь возможны ложь и систематический обман. Наша мотивация и сознательные устремления могут быть далеки от биологических потребностей и, даже, противоречить им. Весь этот мир сенсорно-моторной имитации воспроизводим, доступен изучению, может тиражироваться и передаваться от поколения к поколению, что порождает психическую, социальную и культурную эволюцию человечества.

Но не следует забывать, что это эволюция субъективной реальности. Если она соответствует законам природы, то может вести к величайшим высотам. Если не соответствует естественным законам, то порождает иллюзорный мир, - химеру, которая может рухнуть в одночасье. Для природы это будет означать всего лишь тривиальный факт исчерпания возможностей еще одной тупиковой ветви эволюции. Земля быстро залечит раны, нанесенные человеком, и эволюция жизни продолжится, но уже без нас.

Функционирование операционного сознания порождает одно весьма обременительное свойство человеческой психики: непрекращающуюся череду мыслей и образов в голове, хотим мы того или нет. Сенсорно-моторное повторение оказывается машиной, которая воспроизводит (имитирует) все, что в нее попадает и остановить эту машину очень трудно (хотя легко изменить тему или объект умозрения).

Внутренняя речь и диалоги с самим собой в высшей степени характерны для психики человека. Это та большая рутинная работа, которую постоянно выполняет наш мозг. Внутренний диалог своей назойливой повторяемостью очень напоминает персеверацию - патологическую настойчивость в повторении начатых действий у больных с поражениями лобной коры. Это не удивительно, поскольку сенсорно-моторное повторение не требует обязательного участия лобной коры. Тем не менее, внутренний диалог является управляемым процессом, тогда почему мы не можем прекратить череду мыслей (освободить мозг от всяких мыслей вообще) просто по своему желанию?

Модель сенсорно-моторного повторения позволяет ответить на этот вопрос. Среди сенсорных функций мозга доминирует детектирование движения, что является наиболее важным для адаптации к изменениям в окружающей среде. Среди множества реакций организма доминирует действие, что обусловлено той же причиной. Внутреннее сенсорно-

моторное повторение - это центральный процесс порождения и детектирования действия, поэтому он является доминирующим. Обучение и постоянная тренировка разных способов сенсорно-моторного повторения, обусловленные самим характером нашей цивилизации, превращают естественный доминирующий процесс в стойкий рефлекс. Череду мыслей и образов в голове невозможно остановить по желанию, как невозможно прекратить по желанию действие рефлекса.

Время фиксации взора или длительность вдоха, составляющие 200-300 мс, - это время существования высокочастотных циклических процессов автоотождествления в нейронных структурах, вовлеченных в процесс сенсорного осознания. Затем происходит спонтанный перенос активности на другой (частично совпадающий) набор нейронных структур, что составляет процесс спонтанной перестройки сознания. Когда мы свободно смотрим и слушаем, ощущаем солнце и ветер, вдыхаем запахи трав и цветов, мы не устаем. Свободное восприятие и свободное мышление не утомляют потому, что время активации нейронных структур не пролонгируется сверх времени спонтанной перестройки сознания. Удержание некоторого явления или образа в поле сознания на срок, который много больше времени спонтанной перестройки, требует дополнительной затраты энергии, необходимой для высокочастотной синхронной активации строго определенного набора нейронных структур. Именно поэтому длительная рассудочная работа утомляет. Ощущения усилия и воли, связанные с рассудочным мышлением или оперированием мысленными образами, обусловлены работой по высокочастотной активации массивных нейронных структур коры головного мозга. Усилия, затрачиваемые на оперирование символами, словами или образами есть ничто иное как усилия, прилагаемые для создания высокочастотной синхронной активности в нейронных структурах, производящих эти операции.

В отсутствие волевых усилий имеет место мышечная релаксация. Программный аппарат моторной системы, определяющий последовательность и жесткую связность процесса мышления, перестает быть доминирующим. В этом случае мысль не контролируется программным аппаратом моторной системы и она формируется в соответствии со свободными ассоциациями. Феноменологически это может выражаться в спонтанности или слабой связанности следующих друг за другом мыслей, непоследовательности содержательных представлений, многозначности образов и т.п.

Спонтанная перестройка сознания определяет подвижность, чуткость к эмоциональному состоянию и непредсказуемость свободного мышления. Влияние глубинной неосознаваемой мотивации на операционную активность мозга может возрастать. Мысль движется по скрытым путям субъективной обусловленности. Такие феномены как озарение или интуиция не связаны с рассуждениями. Они спонтанны, логически не обусловлены и имеют характер непосредственного видения результатов операционной активности мозга. Обширная психологическая литература свидетельствует о том, что возникновение принципиально новых идей или решение трудных проблем иногда происходят во время отдыха, например, на прогулке или в утреннюю пору, без видимых усилий, как бы самопроизвольно (Адамар, 1970).

Свободное от последовательного моторного управления интуитивное мышление связано с неосознаваемой обработкой данных в массивно-параллельных структурах коры головного мозга и, вероятно, доставляет нам большую часть творческих находок и нетривиальных решений. Результаты интуитивного мышления могут выражаться образами, словами, символами или ощущениями (эмоциональными, сенсорными или моторными). Но интуитивное мышление отделяется четкой гранью от рассудочного и образного мышления, которые связаны с механизмами сенсорно-моторного повторения и программным аппаратом моторной системы.

Интуиция имеет характер непосредственного видения. Это позволяет предположить, что операционная структура аппарата интуиции может быть аналогична операционной

структуре аппарата восприятия (например, как это описано в работе (Сергин, 2009, в)). Система восприятия порождает паттерны нейронной активности сенсорной и ассоциативной коры, которые отображают значимые объекты и события. Неосознаваемая обработка данных в процессе свободного мышления порождает паттерны нейронной активности высшей ассоциативной коры, которые отображают операционную активность мозга. Аппарат интуиции может отбирать те результаты операционной активности, которые соответствуют целям и задачам субъекта.

Сознательное мышление позволяет обнаруживать проблему и ставить задачу отыскания ее решения, аналогично тому, как оно ставит задачу отыскания объекта в окружающей среде. То есть, в процессе интуитивного постижения, сознательное мышление может выполнять функцию, аналогичную функции произвольного внимания в процессе восприятия. Постановка задачи ориентирует мозг (аппарат неосознаваемой обработки данных) на поиски решения, аналогично тому, как внимание ориентирует систему восприятия на поиски объекта. Таким образом, в процессе мышления, цели и постановки задач формирует операционное сознание. Но отыскание решений может осуществлять аппарат неосознаваемой обработки данных, производительность которого на много порядков выше. Взаимодействие сознания и процессов неосознаваемой обработки данных, вероятно, составляет основу человеческого разума. Возможная схема такого взаимодействия, а также многочисленные следствия для высшей нервной деятельности рассмотрены в работе (Сергин, 1991).

10. Измененные состояния сознания

В основе построенной модели сознания лежат нейронные механизмы автоотождествления и сенсорно-моторного повторения. Вместе с тем, психика человека характеризуется чрезвычайно широким разнообразием феноменов сознательной деятельности, которые простираются от восприятия и воображения до таких пока еще загадочных явлений как гипноз и медитация. Если бы оказалось, что построенная модель позволяет объяснить природу и нейронные механизмы столь различных психических явлений, то это стало бы важным свидетельством в пользу ее адекватности реальным процессам мозга.

Интригующими характеристиками человеческой психики являются "измененные состояния сознания", к которым относится гипноз. В состоянии глубокого гипноза субъект не способен не только осознавать ситуацию и свое поведение или критически воспринимать внешние сигналы, но не может адекватно ощущать даже физиологические воздействия. Например, в состоянии гипнотической анальгезии субъект не чувствует боли (Буль, 1975; Kihlstrom & Hoyt, 1988).

Многие явления гипнотических состояний можно объяснить частичным или полным прекращением процессов автоотождествления и сенсорно-моторного повторения. Если воздействие гипнотизера расстраивает циклические процессы автоотождествления, то осознание поступающей информации становится невозможным, хотя ее неосознаваемое восприятие происходит. Так, при гипнотической анальгезии, субъект сообщает об отсутствии болевых ощущений, в то время как измерения кожногальванической реакции и частоты сердечных сокращений демонстрируют адекватную физиологическую реакцию на болевые воздействия (Kihlstrom & Hoyt, 1988). Внушенная селективная слепота по отношению к положению, форме или цвету стимула или внушенная глухота означают прекращение осознания соответствующей специфической информации, однако ее неосознаваемое восприятие может быть при этом обнаружено с помощью специальных тестов.

Прекращение процессов автоотождествления делает невозможным осознание (ощущение) даже простых физиологических воздействий, таких как температура, уколы, запахи или вкус пищи. Если это действительно так, то внушенная слепота, глухота или нечувствительность к боли должны сопровождаться прекращением высокочастотных синхронных колебаний в соответствующих специализированных областях сенсорной коры, что доступно проверке средствами электро- и магнитоэнцефалографии.

Любые практические способы гипноза должны включать воздействия, которые снижают или расстраивают активацию процессов автоотождествления и сенсорно-моторного повторения. В результате сознание гипнотизируемого субъекта оказывается подавленным, что делает невозможным осознание ситуации и собственного поведения. В этих условиях указания гипнотизера могут восприниматься непосредственно подсознанием гипнотизируемого как программа, подобная той, что обычно поступает от собственного сознания и потому выполняется.

Мозг человека, сознание которого подавлено, не способен рассуждать и критически оценивать внешние сообщения, поэтому он воспринимает инструкцию гипнотизера как достоверную информацию, что вызывает немедленную поведенческую реакцию. Гипнотизер управляет подсознанием гипнотизируемого словесно. В этой форме подсознание гипнотизируемого получает программу и от собственного сознания, поскольку внутренняя речь является основным средством вызова представлений и образов разных модальностей. Только наличие универсального речевого канала передачи информации от сознания к подсознанию делает, в принципе, возможной ситуацию, когда сознание одного человека управляет подсознанием другого.

Гипнотизер может посредством слова вызвать образ из долговременной памяти гипнотизируемого субъекта, активируя тем самым процессы автоотождествления в ограниченных областях коры. Происходит осознание, то есть вторичная обработка информации, не существующей в первичных структурах восприятия. Субъект галлюцинирует, воспринимая объект, которого нет в окружающем мире. Техника такого внушения проста. Вызов информации из долговременной памяти субъекта и включение ее в процесс автоотождествления (визуализация образа) осуществляются так же, как это происходит в процессе воображения, когда субъект посредством слова вызывает образ из собственной памяти. В гипнозе собственное сознание субъекта замещено сознанием гипнотизера, который произвольно вызывает образы, хранящиеся в долговременной памяти гипнотизируемого субъекта.

Из этой теории следует, что гипнотизер, не владеющий языком гипнотизируемого субъекта, не может вызвать у него произвольные галлюцинации. С другой стороны, в рамках одного языка коммуникации, гипнотизер не может вызвать галлюцинации в терминах представлений и образов, отсутствующих в долговременной памяти гипнотизируемого субъекта. Эти предсказания доступны непосредственной экспериментальной проверке.

Сознание обладает чертами искусственной системы, оно управляемо и относительно обособлено от остальной психики. Состояние гипноза характеризуется контролируемым сокращением области осознания до физиологически возможного минимума и избирательным поддержанием изолированного очага осознания. Теоретически возможно и обратное состояние - контролируемое расширение области осознания до физиологически возможного максимума. Такое состояние мозга физиологически реализуемо и известно как состояние медитации.

Медитация представляет собой практику использования аппарата осознания для проникновения в свой собственный внутренний мир. Обязательным условием состояния медитации является отключение от внешних событий при поддержании высокого уровня бодрствования. В этом состоянии мозг целиком обращен внутрь себя и все его ресурсы направлены на восприятие внутренних сигналов. Другим важным условием медитации

является глубокое расслабление моторной системы, мышечная релаксация, которая минимизирует поток сигналов от собственного тела. Глубокое расслабление моторной системы позволяет прервать процедуру сенсорно-моторного повторения, что прекращает внутренний диалог. Прекращение процедуры повторения означает прекращение мысленной имитации образов и наборов данных, что ведет к "пустоте" сознания. Активированный и свободный от интенсивной рутинной работы мозг обладает более высокой чувствительностью и низким уровнем шума. Поэтому слабые сигналы подсознательной сферы, которые в обычных условиях являются подпороговыми, могут вызывать активацию аппарата осознания. Возникает возможность осознания сигналов из глубин бессознательного, что позволяет реализовать предельные возможности аппарата осознания как системы внутреннего видения.

Техника медитации предъявляет к субъекту противоречивые требования. С одной стороны, необходима глубокая мышечная релаксация, прекращение внутреннего диалога и отключение от внешних событий, что уменьшает приток сигналов и, по этой причине, снижает уровень активации мозга. С другой стороны, необходим высокий уровень активации мозга для восприятия слабых сигналов подсознательной сферы. Высокий уровень активации достигается специальными методами. Например, известна техника дыхания (Кацуки, 1993), которая переводит организм в критическое состояние (вероятно, подобное гипоксии), что вызывает высокую неспецифическую активацию мозга. Эта изоциренная и, в сущности, противоестественная техника дыхания трудна и опасна, требует опытного наставника и может быть освоена далеко не каждым. Тем не менее, она обеспечивает высокий уровень активации мозга и вызывает субъективные переживания необыкновенной ясности и внутренней силы.

Исходя из построенной модели сознания, можно предсказать некоторые психические феномены, которые должны происходить, если выполняются обычные условия медитативной практики: обособленность от сигналов внешнего окружения и собственного тела; прекращение сенсорно-моторного повторения; поддержание высокого уровня неспецифической активации мозга.

Частота процессов автоотождествления выражает интенсивность психической жизни субъекта и определяет темп субъективного времени. Это локальное время, переживаемое настоящее. Хотя аппарат осознания позволяет определять новизну и отличать предшествующее событие от последующего, он не содержит в себе средств крупномасштабного сравнения настоящего с прошлым и будущим. Такими средствами обладает аппарат рассудочного мышления и воображения, который базируется на данных долговременной памяти и процессах сенсорно-моторного повторения. В глубокой фазе медитации повторение отсутствует и сопоставление настоящего с прошлым и будущим становится невозможным. Текущие события должны выпадать из общего хода времени, превращаясь в "непрерывное настоящее". События могут возникать и завершаться, но, как ни странно, все это должно происходить в настоящем.

Пространственное мышление, в соответствии с характером конкретной задачи, формирует функциональное пространство и пространственные отношения, основанные на опыте восприятия внешнего мира и собственного тела. То есть, мы воспринимаем и конструируем пространство. В глубокой фазе медитации нет ни восприятия (из-за обособленности от внешних событий и ощущений собственного тела), ни воображения (основанного на процессах повторения). Следовательно, не может быть и привычного пространства с его атрибутами. События происходят, но они, как это ни удивительно, должны протекать "вне пространства".

Если в глубокой фазе медитации нет времени и пространства, то невозможно определение различий, основанных на временных и пространственных сравнениях. А

поскольку нет рассуждений, то нет и операционных средств различения вообще. Это может порождать странный мир, где нет различий и где царит "единство всех вещей".

Мы устанавливаем причины и следствия посредством рассуждений. Если нет рассудочного мышления, то в нашем ментальном мире нет и причинности. События происходят, но они протекают сами по себе. Отсутствие причинности определяет полную свободу и независимость явлений. Обнаруживается необычный мир, в котором господствует "абсолютная независимость".

Такого рода психические феномены в самом деле известны по отчетам практикующих медитацию, которые описаны в обширной литературе. "В абсолютном самадхи время исчезает полностью, то же самое происходит и с пространством. Исчезает также и причинность. Существует только ряд событий." "... распадается привычный способ сознания. Внезапно мы постигаем мир, где нет противоположностей и мы переживаем единство всех вещей." "... в каждое мгновение приходит и уходит только настоящее, струится непрерывный поток настоящего." "... жизнь в настоящем абсолютно независима, это и есть наше истинное существование" (Кацуки, 1993).

В глубокой фазе медитации процесс повторения прерван, нет ни рассудочного мышления, ни рефлексии, "мысли исчезают". Нет никаких средств самонаблюдения или контроля за процессом осознания. Просмотр внутреннего мира осуществляется непосредственно и безотчетно. Внутренний мир постигается как таковой, без замечаний, сомнений, анализа или рассуждений. Постигается внутреннее неосознаваемое существование, глубинная природа субъекта.

Уменьшение сигналов из внешнего мира и от собственного тела и прекращение процедуры повторения снижают поток данных на входе аппарата осознания. Физиологически это должно выражаться в уменьшении частоты циклических процессов автоотождествления ниже ее нижнечастотной границы (10-12 Гц) и замедлении субъективного времени. Экспериментально установлено, что медитация в самом деле характеризуется низкочастотным альфа- и тета-ритмом (West, 1982). При этом в отчетах испытуемых сообщается о субъективных переживаниях замедления мыслей и времени, вплоть до их полной "остановки".

Состояние медитации характеризуется расширением области осознания до физиологически возможного максимума. Сознание, распространившееся на сферу подсознательного, теряет обособленность от него, поскольку воплощается во всем мыслящем мозге. Это выражается в характерном для медитации ощущении слияния со всем миром или какими то его аспектами или частями (запечатленными, конечно, в долговременной памяти). Такие состояния всегда сопровождаются замедлением собственного внутреннего времени. В высшей фазе медитации время и мысли замедляются настолько, что почти "останавливаются", наступает "пустота" сознания, состояние "без мыслей и без времени" (Кацуки, 1993). В этом пике сознание замещает собой весь мыслящий мозг и почти прекращает свое собственное функционирование (частота автоотождествления стремится к нулю), что с необходимостью вызывает "остановку" субъективного времени и "пустоту". Это особое состояние сознания, известное глубоко мистическими толкованиями, получает теперь нейрофизиологическое объяснение.

Частота циклических процессов автоотождествления характеризует темп субъективного времени, зависящий от интенсивности психической жизни субъекта. Это локальное время, переживаемое настоящее. Возвращаясь к частотной характеристике сознания, представленной на рис. 1, заметим, что режим 1 соответствует состоянию медитации (Sergin, 1992; Сергин, 1994). Низкая частота циклических процессов соответствует низкой интенсивности психической активности субъекта. Это объясняет, известное по отчетам испытуемых, ощущение глубокого отдыха, которое возникает после выхода из состояния медитации. Не индуцированное, а порожаемое медитацией состояние

глубокого покоя и отдыха, как показывает практика, является эффективным способом целительства (восстановления целостности) психики. Именно в этом качестве медитация широко известна с древнейших времен. Теперь, кроме того, становятся более прозрачными и нейрофизиологические причины терапевтического действия медитации.

Теоретически возможно также существование особого режима функционирования сознания (кривая 2 на рис. 1), который характеризуется высокими частотами циклических процессов (Sergin, 1992; Сергин, 1994). Этот форсированный режим, требующий аномально высокой активности мозга, может включаться в моменты крайней опасности. Известны многочисленные случаи, описанные в литературе, когда за краткие мгновения перед внутренним взором субъекта проносится вся его жизнь. Описаны случаи, когда в условиях неотвратимой угрозы, вызывающей сверх активацию мозга, внешние события вдруг начинают казаться замедленными, в то время как мысли протекают чрезвычайно быстро и с исключительной ясностью. На краткий миг открывается возможность сверх быстрых и адекватных решений в опасной для жизни ситуации.

11. Заключение

Явные события, - это события вне воспринимающей системы, то есть внешние события, что отличает их от неявных событий, происходящих внутри воспринимающей системы. Механизм автоотождествления позволяет представлять внутренние данные на входы нервной системы, что делает возможным их восприятие в явной форме.

Выполненное исследование позволяет утверждать, что осознание, - это процесс представления внутренних данных в явной форме. Явное символическое представление сенсорных данных порождает сенсорное осознание. Явное символическое представление результатов операционной активности мозга порождает мысль. Если зрительное осознание - это видение внешних событий, то мысль - это видение результатов операционной активности мозга.

Человек способен осознавать результаты операционной активности мозга и может управлять этой активностью, то есть думать. Ключевая идея, позволяющая понять нейрофизиологические механизмы мышления, состоит в том, что явное символическое представление внутренних данных позволяет произвольно управлять ими как обособленными объектами.

Произвольное управление данными возможно посредством аппарата внутреннего сенсорно-моторного повторения. Процедура повторения может обеспечивать последовательность и непрерывность процесса рассуждений, его связанность и однозначность. Программный аппарат моторной системы, формирующий связанную однозначную последовательность двигательных актов, точно так же формирует связанную однозначную последовательность образов, слов или символов. Схематичное, жестко определенное и логичное рассудочное мышление формируется программным аппаратом моторной системы.

Программный аппарат моторной системы является источником рациональности мышления. Рациональность порождается тем, что действия моторной системы причинно обусловлены, здесь нет места фикциям. Эта причинная обусловленность воспроизводима посредством аппарата сенсорно-моторного повторения и наблюдаема посредством аппарата осознания данных. Воспроизводимость и наблюдаемость делают возможным выявление причинно-следственных связей. Способность устанавливать причинно-следственные связи является ключевым свойством человеческого разума. Знание причинно-следственных связей обеспечивает человеку важные адаптивные преимущества, которые могли играть решающую роль в процессе его эволюции.

Сенсорно-моторное повторение является низкочастотным процессом (3-6 Гц) и его содержание доступно обозрению (осознанию) с помощью высокочастотного (10-100 Гц) аппарата автоотождествления, который встроен внутрь контура повторения. Черда мысленных образов, слов или символов управляема посредством программного аппарата моторной системы и доступна обозрению посредством механизма автоотождествления. Взаимодействующие механизмы сенсорно-моторного повторения и автоотождествления позволяют нам формировать образы, сцены и диалоги, наблюдать и изменять их, создавая подвижный и управляемый субъективный мир. Возникает наш мир сознательного опыта, который простирается от рассудочного и образного мышления до таких психических процессов как рефлексия, гипноз и медитация. Таким образом, сознание, которое выглядит как непостижимая данность, в действительности является хотя и глобальной, но все же постижимой системой оперирования данными, представленными в явной форме.

Теперь можно дать концептуальное определение основных терминов. **Осознание, - это процесс представления внутренних данных в явной форме. Сознание, - система оперирования данными, представленными в явной форме.**

Литература:

1. Sherrington C. Man on His Nature, 2nd ed. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1951.
2. Edelman G.M., Tononi G. A Universe of Consciousness. N. Y.: Basic Books, 2000. 274 p.
3. Иваницкий А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М.: Медицина, 1976. 264 с.
4. Иваницкий А.М. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза // Журн. высш. нерв. деят. 1996. Т. 46. № 2. С. 241-252.
5. Эделмен Дж. Селекция групп и фазная повторная сигнализация: теория высших функций головного мозга // Разумный мозг. М.: Мир, 1981. С. 68-131.
6. Edelman G.M. The remembered present. A biological theory of consciousness. N. Y.: Basic Books, 1989. 346 p.
7. Harth E. The creative loop. Addison-Wesley Publishing Company, 1995. 197 p.
8. Gray J.A. The contents of consciousness: A neuropsychological conjecture // Behav. Brain Sci. 1995. V. 18. No 4. P. 659-722.
9. Grossberg, S. The attentive brain. American Scientist. 1995. V. 83. P. 438-449.
10. Crick F., Koch, C. Some reflections on visual awareness // Gold Spring Harbor Symp. on Quantit. Biol. 1990. Vol. LV. P. 953-962.
11. Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных. // Полн. собр. соч., 2-е изд. М.; Л., 1951. Т. 3. Кн. 1. 174 с.
12. Симонов П.В. Мотивированный мозг. М.: Наука, 1987. 267 с.
13. Сергин В.Я. Психофизиологические механизмы осознания: гипотеза самоотождествления // Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 3. С. 558-571.
14. Сергин В.Я. Природа осознания: нейронные механизмы и смысл // Открытое образование. 2009, а. № 2(73). С. 33-47.
15. Сергин В.Я. Нейронные механизмы сознательного восприятия: гипотеза автоотождествления. // Лекция на XI Всероссийской научно-технической конференции "Нейроинформатика-2009". Лекции по нейроинформатике. Москва: МИФИ, 2009, б. С. 35-65.
16. Sergin V.Ya. Sensory Awareness: Hypothesis of Self-Identification. In "Conceptual Advances in Brain Research". UK: Harwood Academic Publishers, 2000. V. 2. P. 97-112.

17. Сергин В.Я. Сознание как система внутреннего видения // Журн. высш. нерв. деят. 1994. Т. 44. № 4 - 5. С. 627-639.
18. Sergin V.Ya. Brain as Neurocomputer: The Macrostructure of Intelligence // Neurocomputers and Attention. Manchester University Press. 1991. V. 2. P. 771-781.
19. Sergin V.Ya. Consciousness as a data-processing system // Neural Network World. 1994. V. 4. №. 5. P. 601-608.
20. Sergin V.Ya. A Global Model of Human Mentality // "Cybernetics and Systems' 92". World Scientific Publishing Co. 1992. V. 1. P. 883-890.
21. Koch, C. and Crick, F. Some Further Ideas Regarding the Neuronal Basis of Awareness // Large-Scale Neuronal Theories of the Brain / Eds. Koch, C. and Davis, J. Cambridge, MA: MIT Press. 1994. P. 93-110.
22. Маунткастл В. Организующий принцип функции мозга - элементарный модуль и распределенная система // Разумный мозг. М.: Мир, 1981. С. 15-67.
23. Mountcastle V. Perceptual Neuroscience: The Cerebral Cortex. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1998.
24. Сергин В.Я. Перцептивное связывание сенсорных событий: гипотеза объемлющих характеристик // Журн. высш. нерв. деят. 2002. Т. 52. № 6. С. 645-655.
25. Сергин В.Я. Биологически правдоподобная модель зрительного восприятия: иерархия объемлющих сенсорных характеристик // Лекция на IX Всероссийской научно-технической конференции "Нейроинформатика-2007". Лекции по нейроинформатике. Часть 2. Москва: МИФИ, 2007, с. 77-120.
26. Сергин В.Я. Психофизиологические механизмы восприятия: концепция объемлющих сенсорных характеристик // Успехи физиологических наук. 2009, в. Т. 40. № 4. С. 42-63.
27. Силькис И.Г. Вклад синаптической пластичности в базальных ганглиях в обработку зрительной информации (гипотетический механизм) // Журн. высш. нерв. деят. 2006. Т. 56. № 6. С. 742-756
28. Хофман И. Активная память. М.: Мир, 1986. 310 с.
29. Барабанщиков В. А. Системогенез чувственного восприятия. Москва-Воронеж, 2000. 459 с.
30. Phillips W.A. Short-term visual memory // Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. 1983. В 302. P. 295-309.
31. Клацки Р. Память человека. М.: Мир. 1978. 319 с.
32. Sergin V.Ya. Self-Identification and Sensori-Motor Rehearsal as Key Mechanisms of Consciousness // International Journal of Computing Anticipatory Systems. 1999. No 4. P. 81-99.
33. Физиология человека. М.:Мир. 1996. Т. 1. 321 с.
34. Cohen V.H. The Motor Theory of Voluntary Thinking // Consciousness and self-regulation / Eds R.J. Davidson et al. N. Y.: Plenum Press, 1986. V. 4. P. 19-37.
35. Финке Р.А. Воображение и зрительная система // В мире науки. 1986. № 5. С. 60-67.
36. Иваницкий А.М. Проблема сознания и физиология мозга // Проблема сознания в философии и науке / Под ред. Д.И. Дубровского. М.: "Канон" РООИ "Реабилитация". 2009. С. 383-394.
37. Иваницкий Г.А., Наумов Р.А., Иваницкий А.М. Технология определения типа совершаемой в уме мыслительной операции по рисунку электроэнцефалограммы // Технология живых систем. 2007. № 4 (5-6). С. 20-27.
38. Иваницкий Г.А., Наумов Р.А., Роик А.О., Иваницкий А.М. Как определить, чем занят мозг, по его электрическим потенциалам? Устойчивые паттерны ЭЭГ при

выполнении когнитивных заданий // Вопросы искусственного интеллекта. 2009. № 1. С. 93-102.

39. Иваницкий А.М. Фокусы взаимодействия, синтез информации и психическая деятельность // Журн. высш. нерв. деят. 1993. Т. 43. № 2. С. 219.

40. Иваницкий А.М. Наука о мозге на пути к решению проблемы сознания // Вестник РАН. 2010. Т. 80. В. 5-6. С. 447-455.

41. Дубровский Д.И. Сознание как предмет нейрофизиологического исследования (эпистемологические и методологические вопросы) // Философия науки. Выпуск 15. Эпистемология: актуальные проблемы. М.: ИФ РАН, 2010. С. 194 - 213.

42. Адамар Ж. Исследования психологии процесса изобретения в области математики. М.: Советское радио. 1970. 150 с.

43. Буль П. Гипноз и внушение. М.: Медицина. 1975.

44. Kihlstrom J.F., Hoyt I.P. Hypnosis and the Psychology Delusions // *Delusional Beliefs* / Eds. T. F. Oltmanns & Brendan A.M. / New York: Wiley. 1988. Chapter 4. P. 66-107.

45. Кацуки С. Практика Дзэн. Киев: Пресса Украины, REFL-book. 1993. 336 с.

46. West M. Meditation and self-awareness: psychological and phenomenological approaches // *Aspects of Consciousness* / Eds. G. Underwood, R. Stevens. L: Acad. Press. 1982. V. 3. P. 199.

Поступила в редакцию: 11.07.2011 г.

Сведения об авторе

В.Я. Сергин – ведущий научный сотрудник Института математических проблем биологии РАН, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ.

E-mail: v.sergin@mail.ru