ГЛАВНАЯ ЗАГАДКА ПРИРОДЫ: КАК НА ОСНОВЕ РАБОТЫ МОЗГА ВОЗНИКАЮТ СУБЪЕКТИВНЫЕ ПЕРЕЖИВАНИЯ*

© 1999 г. А. М. Иваницкий

Докт. мед. наук, зав. лаб. Ин-та высшей нервной деят. и нейрофизиологии РАН, профессор, лауреат Золотой медали им. И.П. Павлова

В соответствии с развиваемой автором гипотезой субъективно переживаемые феномены возникают в результате синтеза различных видов информации в ключевых для данной психической функции зонах коры. Синтез информации обеспечивается специальной организацией процессов мозга, включающей кольцевое движение нервных импульсов по структурам мозга. В процессе такого движения происходит активация памяти и возбуждение соответствующих центров мотиваций и эмоций, после чего возбуждение возвращается к местам первоначальных проекций, где осуществляется синтез и сравнение новой информации с той, которая хранилась в памяти. Гипотеза построена на основе исследований мозговых механизмов восприятия и мышления. Показано, что ощущение возникает в результате синтеза на нейронах проекционной коры сведений о физических и сигнальных свойствах стимула. При мышлении синтез информации происходит в корковых динамических образованиях, названных фокусами взаимодействия, которые представляют собой центры нервных связей. Их топография специфична для различных мыслительных операций: при образном мышлении фокусы располагаются в теменно-височной, а при абстрактном мышлении – в лобной коре. Перекombинация и синтез информации в центре приводят к нахождению решения. В работе рассматриваются также некоторые следствия из развиваемой системы взглядов, включая представления о механизмах субъективного переживания речевых функций и возможной мозговой основе чувства “я”, а также обсуждается вопрос о функциональной роли психических переживаний и их месте в иерархии мозговых событий.

Ключевые слова: проблема “сознание и мозг”, биопотенциалы мозга, картирование мозга.

Проблема происхождения психики, ее связи с мозгом занимает уникальное положение среди нерешенных проблем науки: мозг человека при этом выступает одновременно и как инструмент, и как объект познания, другими словами, он должен посмотреть на себя со стороны (и увидеть работу нейронов) и почувствовать себя изнутри (обнаружив ощущения и мысли). Соотнесение первого и второго трудно и необычно, потому что эти два класса явлений традиционно являются объектом изучения разных видов научного знания – естественного и гуманитарного. Человеческий разум, по словам П. Лапласа, испытывает меньшие трудности, когда он продвигается вперед, чем тогда, когда он углубляется в самого себя. При изучении мозговых основ психики он должен делать и то и другое одновременно.

Тем не менее, проблема “психика и мозг” должна быть решена. Этого требует непреодолимое стремление человека к всеобщему знанию, без разгадки этой тайны не может быть постро-

на единая непротиворечивая картина мироздания, достигнуто понимание человеком своей сущности и места в природе. Не менее важны и прикладные аспекты проблемы, такие, как оптимизация умственного труда, совершенствование методов воспитания и обучения, лечение нервнопсихических болезней.

Общепризнано, что научные открытия часто возникают на стыке наук. Тем более значительным может быть успех на границах двух исторически сложившихся типов познания. Не найдем ли мы там разгадку смысла жизни, гармоничного общественного устройства, которое соответствовало бы природе человека и балансу его высших стремлений и низменных страстей?

Интерес к проблеме возник давно, но попытки ее научного решения ведут отсчет от середины прошлого века (если взять за отправную точку работы И.М. Сеченова). Однако лишь прогресс науки о мозге в последние десятилетия поставил проблему в повестку дня ведущих психофизиологических лабораторий.

Настоящая работа посвящена изложению одной из гипотез физиологической основы субъективных переживаний. Будет также сделана попытка на основе имеющихся представлений понять

*Исследование поддержано грантами № 93-04-48289 Российского фонда фундаментальных исследований, № 99-06-000-59 Российского гуманитарного научного фонда и № RB0-640 Фонда Мак-Доннелл-Пью (США).

функциональное значение психических феноменов, их роль в иерархии мозговых процессов.

Механизм ощущений

Гипотеза о физиологическом механизме ощущений была впервые высказана автором в середине 70-х гг. Она возникла в результате исследований вызванных потенциалов мозга (ВП), т.е. его электрического ответа на предъявленный стимул. Вызванный потенциал представляет собой сложное по формуле аperiodическое колебание, состоящее из нескольких волн, или компонентов. Результаты собственных исследований и анализ большого числа литературных данных привели к заключению, что как мозговой генез, так и функциональный смысл разных компонентов неодинаковы. Ранние волны с латентностью в среднем до 100 мс после предъявления стимула отражают приход в кору (главным образом, в ее проекционные отделы) импульсации по сенсорным путям, которая несет к коре информацию о физических характеристиках стимула. Поздние волны (среди них наиболее выражена волна P300) отражают поступление информации о значимости раздражителя. Компоненты с латентностью от 100 до 200 мс имеют смешанный генез. Их амплитуда зависит как от физических характеристик стимула, таких, например, как его интенсивность, так и от его значимости. Тем самым на базе этих исследований удалось расшифровать информационное значение отдельных электрических волн и описать последовательность процессов анализа сигналов мозгом [6]. Соответствующий механизм включал следующие этапы. После анализа физических параметров стимула в проекционной коре происходило обращение к памяти для сравнения поступившего сигнала со следами прошлых раздражений и определения его значимости. В этом процессе были задействованы ассоциативные зоны коры (для зрительных сигналов в качестве таковых выступают поля височной, теменной и, очевидно, лобной коры), а также структуры гиппокампа, который рассматривается как отдел мозга, ответственный за сравнение, компарацию сигналов. В зависимости от значимости стимула в действие далее включались соответствующие мотивационные структуры промежуточного мозга. Казалось бы, на этом процесс оценки сигналов мог закончиться, и возбуждение могло переходить к исполнительным центрам для соответствующего поведенческого ответа. Однако в действительности на этом анализ информации о стимуле не заканчивался: после определения значимости и активации центров мотивации возбуждение вновь возвращалось в кору по системам диффузных проекций, которые захватывали и первичные корковые зоны, т.е. те зоны, откуда процесс начинался. Назначение этого возврата возбужде-

ния, превращавшего дугу в кольцо, было не совсем ясно. Было высказано предположение, что такое наложение информации о значимости стимула на сведения о его конкретных параметрах необходимо для более полной, комплексной оценки сигнала, тем более, что в этом же временном интервале имело место образование связей между проекционными и лобными отделами коры.

Полученные данные также неизбежно ставили вопрос о том, как соотносятся эти мозговые процессы с психическими, субъективно переживаемыми явлениями. Автор обратился с этим вопросом к Б.Ф. Ломову. Он с большим интересом отнесся к проблеме и сказал, что одной из ведущих концепций психологии, описывающих процесс восприятия, является теория обнаружения сигнала, которая рассматривает восприятие как результат взаимодействия двух независимых переменных: сенсорного фактора и критерия решения, определяемого мотивацией [43]. Поразительное сходство двух теорий – физиологической и психологической – было очевидным. Дальнейшие действия заключались в том, чтобы найти путь к экспериментальной проверке того, идет ли речь о простом совпадении, когда близкими терминами обозначаются совершенно разные явления, или же имеет место внутреннее единство двух научных концепций. Трудность заключалась в том, что запись вызванных потенциалов требовала использования достаточно интенсивных сигналов, в то время как теория обнаружения работала, в основном, в припороговой области. Выход, однако, был найден. В проведенных исследованиях для различения стимулов использовали области не абсолютного, а разностного порога. Испытуемый должен был решать, предъявлялись ли ему пары одинаковых или разных по интенсивности сигналов. На эти раздражители записывались вызванные потенциалы и регистрировался ответ субъекта в виде нажатия кнопки. На основе последнего рассчитывались значения обоих перцептивных индексов: сенсорной чувствительности d' и критерия решения. Для создания корреляционного ряда в ходе исследований в разных сериях вводилась дополнительная мотивация не допускать ошибок типа “пропуск сигнала” или “ложная тревога”.

Главный результат был получен на основе вычисления корреляций между амплитудой каждой из волн вызванного потенциала и значениями перцептивных показателей восприятия тех же стимулов. Исследование было проведено на двух анализаторах: зрительном [11] и кожном [12], причем результаты были в принципе сходны для обеих сенсорных модальностей. Ранние волны ВП, в том числе те, которые отражали приход возбуждения в первичные зоны коры по соответствующим сенсорным проекциям, обнаружили высокую корреляцию с сенсорным фактором

психофизики d'. Наоборот, амплитуда поздних волн с пиковой латентностью, начиная с 200 мс после стимула, достоверно коррелировала с критерием решения (особо высокие корреляции были установлены для волн ВП лобных отделов коры). Наконец, и это самое интересное, промежуточные волны, в первую очередь волна P180 зрительного и N140 соматосенсорного ответов, обнаружили двойную корреляцию: как с сенсорным индексом перцепции, так и с критерием решения. Таким образом, эти данные подтвердили, что понятиями "сенсорный" и "мотивационный" физиологи и психологи действительно обозначают сходные, если не аналогичные явления, а теоретические представления физиологии и психологии о процессах обработки стимульной информации и их психическом эквиваленте родственны, имеют одни и те же корни.

С точки зрения информационных процессов мозга особую важность представляет обнаруженная двойная корреляция промежуточных компонентов ВП. Она указывает на то, что эти волны отражают процесс синтеза, соединения на нейронах проекционной коры двух видов информации о стимуле: его физических характеристик и сигнальной значимости. Отсюда стал понятен и смысл возврата возбуждения: благодаря этому сенсорная информация дополнялась сведениями о его значимости, определяемыми на основе прошлых встреч организма с данным или сходным сигналом, происходило как бы сопоставление нового со старым с последующей адекватной новому опыту корректировкой памятных следов. Но самое интересное заключалось в достаточно точном совпадении момента этого информационного синтеза со временем возникновения ощущения, измеренным ранее в психофизических экспериментах. Впервые такие измерения были проведены еще в 20-е гг. немецким психологом Ф. Фрелихом [34]. Результат этих измерений был, на первый взгляд, совершенно неожиданным: ощущения (как зрительные, так и кожные) возникали лишь после 100 мс от момента нанесения стимула, т.е. значительно позднее прихода сенсорных импульсов в кору. Впоследствии выводы Ф. Фрелиха были подтверждены другими методами, в частности, обратной маскировкой [39]. Известно, что более сильный стимул, нанесенный вслед за более слабым, приводит к тому, что первый раздражитель не воспринимается. Отодвигая момент нанесения маскирующего стимула, можно было измерить время восприятия. Оказалось, что это время в среднем равно около 100 мс (точные значения зависят от относительной силы двух стимулов). Если к этому времени прибавить время, необходимое для прихода сенсорных импульсов в кору, мы получим значения, весьма близкие к латентности волн ВП, отражающих процессы информационного синтеза.

На основании всех этих данных было высказано предположение, что процесс синтеза информации является ключевым звеном в генезе ощущений. Конечно, сам факт совпадения во времени этих двух явлений еще не доказательство их причинной связи. Но в данном случае имело место нечто большее, чем простое совпадение, поскольку в основе лежала концептуальная общность соответствующих представлений двух наук. Идея о том, что ощущение несет в себе не только физические характеристики, но и их некоторую чувственную окраску, соответствует нашему повседневному опыту. Можно сослаться и на мысль П.К. Анохина [2] о том, что психическое возникло и закрепилось в эволюции именно потому, что оно отражает суммарную оценку действительности. Наряду с объективным отражением окружающего, оно содержит и данные о его полезности или вредности для субъекта, являясь тем самым важной детерминантой поведения.

В соответствии с созданной на основе этих исследований концепцией, мозговые механизмы восприятия включают три этапа продолжительностью по 100 мс каждый. На первом, сенсорном, имеет место анализ физических параметров стимула и сравнение их с памятью для определения значимости сигнала. Этот этап является как бы подготовительным, латентным с точки зрения психических событий и не сопровождается субъективными переживаниями. Второй – этап синтеза – является ключевым в возникновении ощущения, он обеспечивается возвратом возбуждения в первичные отделы коры. На третьем – этапе опознания – происходит категоризация стимула. Ведущую роль в этом процессе играют лобные отделы полушарий.

Детальный механизм информационного синтеза остается пока не изученным. Согласно имеющимся данным, нервная импульсация, поступающая по сенсорным проекциям и восходящая из гипоталамических центров, образует синапсы на разных частях нейрона. Сенсорные пути, как правило, заканчиваются на теле нервных клеток, в то время как диффузные проекции адресуются преимущественно к дендритам. Различный тип синапсов, очевидно, способствует сохранению качественного своеобразия пришедшей информации. Однако остается неясным, каким образом происходит интеграция двух информационных потоков. Все же достигнутый результат представляется достаточно важным, так как в проведенных исследованиях был впервые описан конкретный механизм, лежащий в основе ощущений. Тем самым стал понятен и факт сравнительно позднего возникновения ощущений.

Важным следствием из проведенных исследований является также вывод о том, что психическое не является каким-то неотъемлемым свойством

вом активированных нервных ансамблей или отдельных нервных клеток. Оно возникает лишь на основе определенной организации нервных процессов. Интересна с этой точки зрения статья Ф. Крика и К. Коха [30], в которой приводятся убедительные доказательства того, что возбуждение первичной зрительной коры является необходимым, но не достаточным условием нервного возбуждения. По мнению этих авторов, ощущение требует вовлечения в функцию структур гиппокампа и лобной коры и возникает не ранее, чем в зрительном поле V4.

Как нам представляется, все это может указывать на выход из проблемы психофизического параллелизма, о которой горячо спорили психологи в начале этого века и которая казалась неразрешимой. Как говорилось выше, в действительности психические события вовсе не отслеживают физиологические, а являются в известном смысле их кульминацией. Это определяет и их роль в формировании поведения – вопрос, который будет рассмотрен в конце статьи.

Механизмы мышления

Идея информационного синтеза как мозговой основы психического была развита нами в последние годы применительно к изучению мышления. Методическая база этих исследований была иной. Метод ВП также применялся в этих работах, но поскольку мыслительные операции имеют большую временную привязку не к моменту предъявления задачи, а к ее решению, анализировались участки электроэнцефалограммы (ЭЭГ), предшествовавшие решению и синхронизированные по двигательному или речевому ответу испытуемого. Исследование было направлено на изучение архитектуры нервных связей между областями коры. С этой целью использовался созданный в лаборатории метод, получивший название “картирование внутрикоркового взаимодействия” [8]. Метод основан на развитии представлений о том, что согласование ритмов двух или более структур способствует образованию связей между ними [15, 19, 25]. Алгоритм метода включает выявление в спектрах ЭЭГ разных областей, совпадающих по частоте компонентов, которые рассматриваются как проявление активности соответствующих нейронных осцилляторов, настроенных друг на друга и находящихся в функциональной связи, т.е. обменивающихся информацией. По результатам соответствующего анализа ЭЭГ строятся карты мозга, где обозначены связи между отделами коры.

Метод был использован для изучения корковых связей при различных типах мыслительных операций. Испытуемым предъявлялись на экране монитора задачи на образное, пространственное и абстрактно-вербальное мышление. В первом

случае субъект должен был опознать эмоцию на фотоснимке лица (использовались четыре базовые эмоции: радости, страха, гнева и горя, – и смешанные состояния), во втором – сравнить две геометрические фигуры с целью определения их идентичности или зеркальной симметрии. В качестве вербальных задач использовано решение анаграмм или выбор из четырех слов одного, относящегося к другой смысловой категории.

Было установлено, что простой и достаточно симметричный рисунок связей, характерный для состояния покоя, при умственной работе изменялся. Связи начинали сходиться к определенным областям коры, образуя как бы узлы или центры связей, названные фокусами взаимодействия. При этом топография фокусов взаимодействия оказалась специфичной для мыслительных операций разного знака. Так, при образном мышлении фокусы локализовались преимущественно в теменно-височных областях, а при абстрактно-вербальном мышлении – в лобных отделах коры. Пространственные задачи, включавшие элементы обоих видов мышления, характеризовались образованием фокусов на более ранних этапах в задних, а затем и в передних отделах коры [10, 17, 18, 21]. Интересно, что во всех случаях нахождение решения сопровождалось (или определялось?) образованием фокуса в речевой левой височной области, даже если вербального ответа по условиям задачи не требовалось. Мыслительный процесс включал ряд стадий, причем вербализация могла происходить лишь на определенном этапе, что подтверждает мнение А.В. Брушлинского [4] о том, что мышление и речь недизъюнктивные, но разные функции.

Фокус взаимодействия – новое, не описанное ранее корковое динамическое образование, играющее, как можно заключить из полученных данных, важную роль в процессах мышления. Как говорилось, фокус является местом конвергенции нервных связей. При этом связи, подходящие к фокусу, как было видно из полученных карт мозга, устанавливаются на разных частотах; собственно, именно это обстоятельство и лежит в основе образования фокуса, так как связи на одной частоте образовывали бы однородную сеть, не имеющую центров. Можно предполагать, что каждая из связей приносит к центру из определенной области коры или подкорковых образований свою информацию. В фокусе эта информация может быть сопоставлена и перекомбинирована определенным образом. Основную функцию фокуса взаимодействия составляет, таким образом, информационный синтез, т.е. процесс сходный с тем, который мы наблюдали в проекционной коре при возникновении ощущений.

Основная разница заключается в том, что место сенсорного сигнала здесь занимает информа-

ция, хранящаяся в оперативной памяти (например, об условиях решаемой задачи), а ведущая роль в процессах информационного синтеза принадлежит не проекционной, как при возникновении ощущений, а ассоциативной коре. В фокусе оперативная информация сопоставляется с информацией, извлекаемой из долговременной памяти, и сигналами, приходящими из мотивационных центров. Предполагается, что на основе происходящего в фокусе сопоставления и достигается конечная цель мыслительного процесса в виде нахождения решения. Субъективно все это переживается как процесс думания и нахождения ответа.

Исходя из общепсихологических представлений, внутреннюю структуру фокуса можно описать следующим образом. Фокус взаимодействия состоит из групп нейронов с различными частотными характеристиками, настроенных на одинаковые с ними по частоте группы на периферии. Эти связи по своей природе должны быть двусторонними, т.е. как прямыми, так и обратными: если две группы имеют одну частоту, они в равной степени способны и воспринимать, и передавать информацию в зависимости от соотношения фаз колебаний. Одно кольцо при ощущении заменяется здесь, таким образом, как бы системой колец, замыкающихся на один центр.

Внутри фокуса группы нейронов должны быть объединены связями, образованными на ином принципе: так как они работают на разных частотах, принцип изосинхронии здесь не применим. Очевидно, это должны быть жесткие связи, основанные на структурных изменениях в синапсах. Данные связи эффективны в любой фазе цикла возбудимости нейрона или нейронного осциллятора, за исключением абсолютной рефрактерной фазы. Идея об обеспечении психической функции за счет сочетания жестких и гибких связей была высказана впервые Н.П. Бехтеревой [3].

Использованная в концепции фокусов взаимодействия схема нейронной сети, состоящей из нейронов различной лабильности и построенной по иерархическому принципу, имеет ряд преимуществ по сравнению с однородной и изолабильной нервной сетью. Главный выигрыш здесь – высокая информационная емкость, которая преодолевает одну из главных трудностей гипотезы о кодировании психических состояний гомогенной нервной сетью. Соответственно, фокусы взаимодействия могут возникать на основе самоорганизации нейронных групп различной лабильности в процессе обучения определенным навыкам, составляя корковое ядро соответствующей психической функции. Вокруг этого жесткого ядра образуется система гибких связей, совокупность которых определяет качественное своеобразие и неповторимость переживаемого психического

состояния. Высказанные представления о фокусах взаимодействия и их функциональном значении хорошо согласуются с данными А. Дамасио [34], который, используя метод функционального магнитного резонанса, пришел к выводу, что выявляемые при выполнении субъектом различных психологических тестов активные зоны мозга представляют собой на самом деле лишь зоны конвергенции различных видов информации. Термин “фокус” в сходном аспекте используют в своей работе и А. Гевинс с соавт. [35].

Все сказанное, как нам представляется, дает возможность объединить данные, полученные при изучении механизмов восприятия и мышления, единым принципом информационного синтеза как мозговой основы возникновения нового качества в виде субъективных переживаний.

*Идея повторного входа возбуждения
и информационного синтеза
как мозговой основы психики*

На основании данных о механизмах ощущений, дополненных затем результатами исследования мышления, была сформулирована гипотеза о том, что психические, субъективно переживаемые феномены возникают на базе сравнения и синтеза в ключевых для данной функции зонах коры различной по качеству информации: поступающей по сенсорным путям, извлекаемой из памяти и приходящей из центров мотиваций и эмоций [6, 13]. Такой синтез обеспечивается возвратом возбуждения к местам первоначальных проекций. При ощущениях в качестве таковых выступают проекционные, а при мышлении – ассоциативные области коры. Сущность этого процесса – сопоставление настоящей ситуации с тем, что было раньше; настоящее как бы смотрит на себя через призму прошлого. Это дает возможность оценить происшедшие изменения, что и образует психическое отражение действительности. Этот процесс поддерживается постоянным движением нервных импульсов по кольцевым трассам и состоит из квантов продолжительностью 100–150 мс, что близко к длительности ощущений [5, 28]. Представления о том, что психическое возникает на базе возврата возбуждения и синтеза информации, как нам представляется, сопоставимы с теорией эмоций П.В. Симонова [23], в соответствии с которой эмоции возникают в результате сравнения двух видов информации: необходимой для удовлетворения потребности и имеющейся в наличии.

Как уже говорилось, гипотеза информационного синтеза была в общем виде сформулирована около 15 лет тому назад. За прошедшее время в литературе появилось много работ, в которых высказываются аналогичные или сходные представления о природе психического. Для кратко-

Повторный вход, сравнение и синтез информации как основа психического

1. А.М. Иваницкий (1976, 1984) [6, 13]
Возврат возбуждения в проекционную кору обеспечивает синтез информации о физических и сигнальных свойствах раздражителя, что лежит в основе ощущений
2. Дж. Эдельмен (Edelman, 1981, 1989) [26, 33]
Теория сознания на основе повторного входа возбуждения (re-entering) к местам первичных проекций
3. А.М. Иваницкий (1990) [8]
Фокусы взаимодействия – центры корковых связей – обеспечивают синтез информации и нахождение решения при мышлении
4. П. Колье, А. Куликс (Caulier, Kulics, 1991) [29]
Обратные проекции в первичную кору S1 лежат в основе кожных ощущений у обезьян
5. П. Стериг, С. Брандт (Stoerig, Brandt, 1993) [42]
Возврат нервных импульсов в зрительную кору – основа зрительных ощущений
6. В. Сергин (1994) [20]
Повторный вход возбуждения приводит к феномену внутреннего видения, составляющего суть сознания
7. Дж. Десмедт, К. Томберг (Desmedt, Tomberg, 1995) [32]
Повторный вход нервных импульсов в первичную соматосенсорную кору обеспечивает возникновение кожного чувства у человека
8. Дж. Грей (Gray, 1995) [36]
Сравнение в гиппокампе сенсорной информации с памятью определяет содержание сознания

сти изложения и для того, чтобы сделать его более наглядным, наиболее значительные из этих работ сведены в таблицу.

Наибольшее внимание среди них привлекают работы Дж. Эдельмена [26, 33] и Дж. Грея [36]. Первый из них – нобелевский лауреат в области молекулярной биологии – предложил теорию сознания, суть которой составляет механизм возврата импульсов к тем же нейронным группам, которые участвовали в первичной обработке поступившей информации после дополнительного анализа и обогащения сведениями в других группах, в том числе в результате поступления новых сигналов из внешней среды. Для описания этого процесса Дж. Эдельмен использовал термин “re-entering (повторный вход)”. По Дж. Эдельмену, обратные связи могут соединять как анатомически близкие, так и удаленные структуры. Этот процесс дает возможность сравнивать имевшиеся ранее сведения с изменениями, происшедшими в течение одного цикла. Постоянный мониторинг этих изменений в результате повторных входов, по мнению автора, и лежит в основе континуума психических переживаний. Сходная концепция сознания разрабатывается в нашей стране В. Сергиным [20].

Достаточно хорошо проработанная с концептуальной и нейрофизиологической точек зрения концепция сознания была выдвинута Дж. Греем [36]. В соответствии с нею содержание сознания определяется сравнением в субкуликулярном отделе гиппокампа вновь поступившей и хранящейся в памяти информации, после чего происходит возврат возбуждения к тем наборам нейронов в перцептивной системе, которые снабжают вход дан-

ного компаратора с учетом результатов прошедшего процесса сравнения. Идея о важной роли лимбических структур в генезе психики согласуется и с имеющимися в литературе данными, что эти структуры тесно связаны с эксплицитной памятью, узнаванием и воспоминанием [38]. В то же время, как мы считаем, вряд ли гиппокамп может принадлежать главной роли в высших функциях мозга. Поэтому представления о синтезе информации в коре как ведущем звене в механизмах психики, с нашей точки зрения, заслуживают предпочтения, тем более, что они хорошо согласуются и с данными других авторов, приведенными в таблице.

Для оценки предложенных концепций важное значение может иметь соотнесение временной шкалы мозговых процессов со временем субъективно переживаемых событий. По Дж. Эдельмену, время одного цикла прохождения возбуждения составляет 100–150 мс. Если прибавить к этому время, необходимое для прихода сенсорных импульсов в кору, то в сумме получается время, достаточно близкое к тому, которое было найдено в наших экспериментах. Дж. Грей считает, что в квантовании процессов сознания ведущую роль играют процессы, связанные с частым тета-ритмом, что дает время $1000 : 6 = 166$ мс. О значении частот тета-ритма в данном аспекте в свое время писал и П.В. Симонов [22]. В литературе имеется также большое число других данных о том, что время, необходимое для возникновения ощущения, близко к указанному выше, что находит также свое выражение в определенных физиологических показателях (подробнее об этом см. [9]).

Можно предполагать, что данный кольцевой механизм играет известную роль и во внутреннем отсчете времени, являясь своего рода мозговым таймером. При сокращении времени одного цикла их число в единицу времени увеличивается, и субъективное время как бы растягивается. Это предположение находит подтверждение в известных фактах: в экстремальных ситуациях человек чувствует как бы замедление течения времени. Об этом говорят летчики, попавшие в аварийную ситуацию, свидетели преступлений, жизнь которых подвергалась опасности. Эти люди видят события как при замедленной киносъемке (когда количество кадров в секунду при съемке возрастает). Сокращение времени перцептивного цикла в этих случаях может происходить вследствие того, что для определения значимости поступивших сигналов прохождения возбуждения по всему кольцу не требуется, так как соответствующая мотивация или эмоция уже представлена в проекционной коре в результате высокой активации диффузных проекций из гипоталамических центров. В результате такого "короткого замыкания" синтез информации происходит непосредственно после поступления сенсорных сигналов в проекционную кору, что сразу переводит события в сферу психического.

Суммируя, можно сказать, что гипотеза о происхождении субъективных переживаний на основе возврата возбуждения к местам первоначальных проекций является сейчас наиболее развитой и правдоподобной. Дополнительную убедительность придает ей то обстоятельство, что она была выдвинута разными исследователями независимо друг от друга, причем эти исследователи принадлежали к разным научным школам, использовали разные методы и соответственно различные факты. Все это может указывать на выход к "конечному общему пути", приближающему нас к желанной цели.

Механизм повторного входа возбуждения при переживании речевых функций

В предыдущем изложении практически не затрагивался вопрос о роли лобных отделов полушарий и речи в обеспечении психических функций. Это связано с тем, что данная работа посвящена изложению одной определенной гипотезы происхождения субъективного опыта: гипотезы повторного входа и информационного синтеза. В то же время значение лобной коры и, в частности, ее речевых отделов, обладающих способностью к оперированию абстрактными символами, несомненно, очень велико, особенно при осуществлении наиболее сложных психических актов [23, 30]. Вместе с тем, очевидно, участие лобной коры является необходимым, но не достаточным условием возникновения субъективных переживаний.

Другими словами, эти переживания не могут возникнуть только на основе линейного распространения возбуждения от сенсорных центров к лобной коре. Необходим также возврат возбуждения к местам первоначальных проекций и сравнение поступивших извне сигналов с их символами, кодирующими прошлый опыт, отношение сигнала к потребности или деятельности организма. Ведь ощущаем мы не символы, а цвета и звуки. И черз их комбинации, образующие знаковые сочетания, более сложные, в том числе абстрактные понятия. В этом разделе статьи будет рассмотрен вопрос о возможных механизмах субъективного переживания речевых функций. Принято считать как бы само собой разумеющимся, что активация речевых центров автоматически приводит к соответствующим субъективным переживаниям, как подразумевалось ранее, что возбуждение зрительной коры и есть видение света, а это, как мы теперь знаем, неверно.

Имеются основания считать, что описанные выше глубинные механизмы возврата возбуждения и информационного синтеза могут быть достаточно универсальными и обеспечивать при известном усложнении возможность слышать, чувствовать как слова другого человека, так и свою собственную внутреннюю речь. Попытки объяснить механизм внутренней речи были предприняты в ряде исследований. По одной из гипотез, внутренняя речь основана на проприоцептивных ощущениях, возникающих при небольшом произвольном сокращении артикуляционных мышц во время вербального мышления. Эта гипотеза, однако, была отвергнута, так как при введении добровольцам-испытуемым больших доз курареподобных препаратов, полностью блокировавших сокращение мышц, возможность думать и использовать внутреннюю речь у них не изменялась [41, 44]. Против данной гипотезы, исходящей из того, что простого поступления сенсорных импульсов в кору уже достаточно для возникновения ощущений (что, как мы теперь знаем, неверно), можно привести и следующие соображения. Передача сигнала на мышцы, их сокращение и обратное поступление сенсорных сигналов в кору потребовало бы не менее 300–500 мс. Это вызвало бы значительное рассогласование по времени между мозговой основой мыслительного процесса и его воспроизведением в субъективной сфере, что сделало бы последовательную внутреннюю речь невозможной, а сами эти переживания ненужными. Механизм обеспечения психических переживаний и для речевых функций должен быть поэтому внутримозговым и иметь своей основой единую интегрированную систему связей ассоциативных зон коры с речевыми. Для понимания конкретных мозговых механизмов этого объединения важен описанный выше факт: при нахождении решения фокусы взаимодейст-

вия возникают в речевых зонах коры. Это указывает, с одной стороны, на обязательное включение речевых функций на завершающем этапе мыслительных действий, а с другой – на то, что этот процесс происходит с участием механизмов информационного синтеза. Прямые свидетельства возврата возбуждения в зрительную кору при анализе речевых сигналов были получены М. Познером и М. Ротбарт [40]. Ими было установлено, что на первом этапе имела место активация затылочной коры, осуществляющей анализ зрительного словесного образа. Затем в процесс включалась лобная кора, участвующая в определении семантики слова, после чего наблюдалась вторичная активация тех же полей зрительной коры, которые участвовали в первичном анализе вербальной информации. Эта вторая активация наступала через 150 мс после первой, что составляет, как уже говорилось, время одного перцептивного цикла и полностью совпадает со временем, найденным нами при изучении механизма ощущений. Указанные авторы считают, что повторный вход возбуждения может рассматриваться как один из принципов мозговой организации высших психических функций.

Таким образом, организация нервных процессов, лежащая в основе обеспечения более простых психических проявлений, сохраняет свое значение (при известном усложнении) и при более сложных психических функциях. Сходная мысль была высказана и Дж. Эдельменом [33], который полагает, что в основе “сознания высшего порядка”, связанного с речью, лежит тот же принцип повторного входа возбуждения в поля лобной, височной и теменной коры, ответственные за выполнение отдельных функций, с реализацией речевыми центрами полученной информации в соответствующих фонах.

Проблема “я”

Внутренний мир человека во многом определяется ощущением своей индивидуальности, своего “я”. Описание мозговой основы этого чувства – одна из наиболее сложных задач, однако без подходов к ее решению ни одна теория мозговых основ психики не может претендовать на универсальность. Следует отметить, что представление человека о себе самом не является одноплановым. Поэтому справедливо, что в психологии “я” рассматривается преимущественно как понятие, возникающее в результате концептуального мышления [1, 4]. Такое “я-концепция” связано во многом с переносом на себя результатов общения с другими людьми и созданием устойчивой системы взглядов о своих способностях, наклонностях и возможностях. Однако такой подход вряд ли полностью решает проблему. Очевидно, концептуальное “я” имеет свой мозговой фундамент в

виде более глубоких чувствований, связанных с первичным ощущением своего тела и воли и составляющих базисное, биологическое “я”. Так мы знаем, что можем, если захотим, поднять свою руку, и знаем это не потому, что видим, как это делает другой человек, а потому, что это вытекает из нашего собственного опыта, наших ощущений. В англоязычной литературе для обозначения первичного, биологического, и вторичного, концептуального “я” иногда используются слова I и me. Поиск биологического “я” – одна из задач физиологии мозга.

Главная трудность проблемы заключается в том, что традиционный для физиологии подход путем поиска мозговой локализации искомой функции здесь неприменим, так как при этом возникает логическое противоречие, которое было обозначено как парадокс регрессии гомункулуса (под последним понимается гипотетическая структура, интегрирующая функцию “я”). Парадокс заключается в следующем. Если представить себе, что гомункулус находится в определенном участке мозга, необходимо будет объяснить, как он общается с окружающим. Для этого придется поместить внутри гомункулуса соответствующие “сенсорные” системы, так же, как и структуры, отвечающие за мотивации и т.д., т.е. практически весь мозг. Продолжая ту же логику рассуждений, внутри этого гомункулуса необходимо будет поместить другого, причем этот ряд не имеет конца [14].

В соответствии с предложенной нами концепцией [7, 13] чувство “я” возникает в мозге как результат актуализации долговременной памяти в результате действия внешнего сигнала, или при мышлении с активацией оперативной памяти. Связь “я” с памятью очевидна: “я” есть не что иное, как совокупность воспоминаний о своих впечатлениях, мыслях и поступках в прошлом, реакции на них других людей. По словам А. Теннисона, “я – часть всего, с чем встретиться пришлось” (“I am the part of all that I have met.” “Ulysses”). Предлагаемый подход к решению проблемы, как нам кажется, может способствовать выходу из указанных трудностей.

Представления об “я” как хранящейся в памяти и распределенной в мозге динамической системе снимают вопрос о локализации “я”. С другой стороны, проблема регрессии гомункулуса решается на основе того, что перевод памяти в сферу психических переживаний происходит в результате ее встречи с внешним сигналом (или ее сопоставления с оперативной памятью). Гомункулус использует таким образом сенсорные и другие системы мозга, что делает его нерегрессивным. Интересно здесь как бы двуединство внешнего и внутреннего: для ощущения “я” необходим внешний триггер, а восприятие сигнала происходит на

основе его встречи с “я”. Активация чувства “я” происходит при этом на подсознательном уровне, оно присутствует в ощущениях в виде их эмоциональной окраски, отношения субъекта к воспринятому сигналу.

Высказанные представления, в известной мере, близки к взглядам одного из основоположников философского рассмотрения проблемы “я” Д. Юма [27], который говорил, что, вглядываясь в свое “я”, он видит только комплекс, пучок (bundle) ощущений. Однако Юм видел в своих построениях одну, как ему казалось, непреодолимую трудность. Восприятия, считал он, слишком мимолетны и не связаны друг с другом. Поэтому они не могут обеспечить поддержания основного свойства “я” – его постоянства, преемственности, “тождества личности”. В то же время это свойство “я” Юм считал одним из основных. Возможность поддержания тождества, сохранения целостности образа при происходящих изменениях он иллюстрировал следующим примером. Корабль, говорил он, может сменить практически всю свою обшивку и снасти, но тем не менее остаться тем же кораблем. Аналогию этому он видел в устойчивости чувства “я” в течение всей жизни. Юм писал, что не знает, как разрешить возникшее противоречие, соединить скоротечность ощущений и постоянство “я”. Результаты проведенных исследований, как нам кажется, содержат выход из возникшего тупика: связующим звеном между впечатлениями является входящая в их состав память, что решает проблему постоянства, тождества “я”.

Интересно проследить, как модифицируется в субъективной сфере чувство “я” в зависимости от корковой локализации центра информационного синтеза. В ощущении (центр–проекционная кора) внешний мир как бы представлен субъекту и не зависит от него. При образном мышлении (теменно-височная кора) субъект ищет решение, но оно приходит к нему как бы спонтанно в виде опознания, узнавания. Наконец, при абстрактном мышлении (лобная кора) “я” выступает в качестве начала, ведущего направленный поиск решения, при контроле со стороны субъекта за ходом мыслительных операций. Эти различия связаны, очевидно, с тем, что работа эволюционно более поздних отделов коры (проекционная – задняя ассоциативная – передняя ассоциативная кора) переживается как более активная и контролируемая со стороны сознания. Помимо эволюционного фактора, эти различия определяются, по-видимому, и общим принципом строения центральной нервной системы с ее задними воспринимающими и передними исполнительными отделами.

Данные об особой роли лобных отделов в переживании чувства волевого контроля соответствуют представлениям Познера и Ротбарт [40] о

функциях “исполнительной системы внимания (executive attention network)”. Данная нейросеть, по описанию этих авторов, локализована в передней части поясной извилины, она контролирует другие системы внимания (такие, как зрительную систему ориентации) и управляет рабочей памятью. Важно, что степень ее активации обнаруживает хорошую корреляцию с субъективно переживаемым чувством психического напряжения, в связи с чем она может рассматриваться как ответственная за сознательный самоконтроль (subject’s conscious awareness). Интересно, что активация этой системы происходит опять-таки через 150 мс после предъявления стимула. Эта константа, очевидно, играет особую роль в трансформации физиологических процессов в психические, о чем уже говорилось выше. Оценивая представления об исполнительной системе внимания как очень важные, хотелось сказать, что вряд ли осознание может быть привязано к какой-либо одной структуре мозга. Скорее, генез психического можно соотносить с определенным, достаточно универсальным механизмом организации нервных процессов, каким является принцип возврата возбуждения и информационного синтеза. Как уже отмечалось, Познер и Ротбарт также рассматривают этот принцип как один из основных в организации психических функций.

Функциональный смысл психических переживаний

Важная сторона проблемы соотношения психики и мозга – вопрос о функциональном смысле субъективных переживаний. Логично предполагать, что если они возникли в эволюции и закрепились, выдержав “конкурс” естественного отбора, то должны нести и определенную функциональную нагрузку: ведь природа не терпит не только пустоты, но и ненужности (которая тоже есть своего рода “пустота”).

Представляя собой результат синтеза информации, психические феномены содержат интегрированную оценку ситуации, способствуя тем самым эффективному нахождению поведенческого ответа. Элементы обобщения содержатся в самых простых психических феноменах, таких, как ощущение. При мышлении информационный синтез включает не только соединение, но и перекombинацию уже известных сведений, что и лежит в основе нахождения решения. Это относится как к перцептивному решению, т.е. опознанию стимула, так и (тем более) к решению о действии.

В более общем виде можно было бы сказать, что механизм возврата возбуждения и постоянного сопоставления вновь поступившей информации с памятью определяет содержание психического как постоянную корректировку личного

опыта. Психика – это то, что стало новым для субъекта; таким образом, в основе психического лежит идея обновления. Именно новизна и придает жизни ее высшую ценность. Здесь можно вспомнить слова поэта: “Как мне узнать по знакам сущим, Что будет без меня в грядущем? Хочу, когда сверкнет коса, Когда во прах сойду, увечный, Оставить на земле глаза, Чтобы на мир смотрели вечно”. Близки эти представления и к философским взглядам о том, что суть сознания составляет “различение различий” [16].

Возникновение в процессе эволюции речи принципиально изменяет возможности мозга. Кодирование мира внутренних переживаний абстрактными символами делает доступным этот мир с его мыслями и чувствами для других людей, создавая единое духовное пространство, открытое для общения и накопления знаний. Благодаря этому каждое новое поколение людей живет не так, как предыдущее, что составляет резкий контраст с жизнью животных, образ жизни которых не меняется тысячелетиями. Биологическая эволюция с ее законами выживания таким образом заменяется эволюцией (и революцией), совершаемой в умах людей.

Более труден вопрос о роли психических феноменов как факторов, влияющих на протекание мозговых процессов или даже управляющих ими. Подобная постановка вопроса, на первый взгляд, может показаться нелогичной. Ведь причинная связь имеет обратную направленность: психическое возникает из физиологического, т.е. из движения нервных импульсов. Однако в данном случае можно говорить не об отступлении от принципов детерминизма, а о дополнении одной из детерминаций – восходящей (bottom-up), другой – нисходящей (top-down). В 1993 г. делегаты 32-го Международного конгресса физиологических наук в Глазго получили в качестве памятного дара книгу под названием “Логика жизни” (по значению первых двух из трех иероглифов, означающих в китайском языке слово “физиология”) [37]. В этой книге видные ученые, включая нобелевского лауреата в области молекулярной биологии, обосновывают тезис о том, что понятие живое, исходя только из привычных понятий восходящего детерминизма, невозможно, и что этот подход должен быть дополнен представлениями о том, что целое может определять движение частей. Есть все основания считать, что такой подход тем более необходим при изучении наиболее сложного создания природы – мозга человека.

Согласно взглядам ряда авторов, наиболее авторитетный из которых нобелевский лауреат и один из пионеров изучения межполушарных различий Р. Сперри [24], смысл психических переживаний заключается в том, что, возникая на базе более сложной организации мозговых процессов,

психические феномены приобретают и новое качество. Оно проявляется в другой логике развития событий, которая подчиняется закономерностям высшего порядка по сравнению с закономерностями физиологического уровня. Свои взгляды Сперри строит на некоторых достаточно образных и убедительных аналогиях. Так, он приводит пример с колесом, которое катится с горы (вот уж, поистине, “top down”), увлекая вниз молекулы вещества, из которых оно сделано. Таким образом, круглая форма целого, то есть колеса, определяет поведение образующих его частиц. Другой пример – бильярдный шар, который при соударении с другим шаром начинает двигаться, причем направление и скорость движения зависят от процессов макроуровня, хотя и влекут за собой перемещение частиц микроуровня. По аналогии с этим, психическое, по Сперри, как результат деятельности всего мозга оказывает действие на протекание нервных процессов.

Развивая эти идеи, можно предполагать, что цепь мыслей определяется их внутренним содержанием и развивается по законам дедуктивного мышления, как это, например, имеет место в силлогизме (пример – все металлы электропроводны; медь – металл; следовательно, медь электропроводна), определяя тем самым течение обеспечивающих эти мысли физиологических процессов. Можно сказать и о правилах грамматики, определяющих построение фразы, в которой род существительного управляет формой глагола и родом прилагательного. Это реализуется в отдаче соответствующих команд артикуляционным мышцам, что может рассматриваться как проявление контроля со стороны грамматических конструкций над событиями физиологического уровня.

Более того, если принять и последовательно развивать представления об особой логике психического и ее примате над физиологическим, то можно сделать и следующий шаг. Не приобретает ли в этом случае понятие “свобода воли” свой реальный, а не иносказательный смысл? Ведь внутренняя логика психических событий такова, что она допускает возможность действительного выбора поведенческого ответа на основе субъективной, но реально существующей оценки значения того или иного фактора или мотива поведения. При этом осознание всей неоднозначности этих оценок определяет и возможность альтернативных решений.

Хотя эти соображения и кажутся вполне логичными, их недостаточность очевидна: они основаны на аналогиях, или носят умозрительный характер. Конкретные механизмы реализации принципов нисходящего детерминизма в применении к соотношению психики и мозга остаются неизвестными и должны быть предметом специ-

ального изучения. Вопрос в том, присутствует ли, например, логика мысли только в смысле выражающих ее слов, или эту логику можно уловить также в физиологических процессах, обеспечивающих эти вербальные функции. Пока не ясно, как можно решить этот вопрос экспериментально, проверив “алгеброй гармонию” (пусть не смущает читателя то, что это слова Сальери, написал-то их А. Пушкин). Продвижение по этому пути представляется существенно важным.

Изложенная в статье гипотеза представляет собой попытку объяснения природы психического как следствия определенной организации процессов мозга. Благодаря этой организации обеспечивается в едином центре синтез информации, закодированной в мозговых процессах, в результате чего эти процессы получают новое качество, а, возможно, и логику развития. Вместе с тем, многие существенные вопросы остаются нерешенными. Так, нет пока ответа на вопрос, почему описанная организация процессов мозга приводит к тому, что переживается как цвет и звук, радость и печаль, ощущение своей мысли и воли. По мнению Симонова, ограничение здесь наложено самой природой в виде “принципа дополнительности” объективных и субъективных феноменов. Так, что же, действительно, “конечный мозг не может понять бесконечного”, как говорил Спиноза? Но он же считал, что мозг тем не менее может уловить наиболее важные закономерности этого бесконечного. Можно поэтому надеяться, что накопление фактов приведет к новому видению проблемы и новым озарениям, которые дадут возможность продвинуться дальше в решении этой главной загадки природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абульханова-Славская К.А. Стратегия жизни. М.: Мысль, 1991.
2. Анохин П.К. Психическая форма отражения действительности // Избр. труды. (Философские аспекты теории функциональной системы). М.: Наука, 1978. С. 338–360.
3. Бехтерева Н.П. Здоровый и больной мозг человека. Л.: Наука, 1980.
4. Брушлинский А.В. Проблема субъекта в психологической науке // Психол. журн. 1992. Т. 13. № 6. С. 3–12.
5. Гольдбурт С.Н., Макаров П.О. Измерение времени реакции на появление кратких сенсорных (слуховых) стимулов с целью измерения длительности ощущения // Докл. АН СССР. 1971. Т. 198. В. 5. С. 1237–1238.
6. Иваницкий А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М.: Медицина, 1976.
7. Иваницкий А.М. “Я” и мозг // Человек. 1990. № 4. С. 16–23.
8. Иваницкий А.М. Сознание и рефлекс // Журн. высш. нерв. деят. 1990. Т. 40. № 6. С. 1058–1062.
9. Иваницкий А.М. Информационный синтез в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний // Журн. высш. нерв. деят. 1997. Т. 47. № 2. С. 209–225.
10. Иваницкий А.М., Ильюченко И.Р. Картирование биопотенциалов мозга при решении вербальной задачи // Журн. высш. нерв. деят. 1992. Т. 42. № 4. С. 625–635.
11. Иваницкий А.М., Матвеева Л.В. Взаимоотношения между параметрами вызванного потенциала и структурой сенсорно-перцептивного процесса // Физиология человека. 1976. Т. 2. С. 386–399.
12. Иваницкий А.М., Стрелец В.Б. Вызванные потенциалы и психофизические характеристики восприятия // Журн. высш. нерв. деят. 1976. Т. 26. № 4. С. 793–801.
13. Иваницкий А.М., Стрелец В.Б., Корсаков И.А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984.
14. Крик Ф. Мысли о мозге // Мозг / Ред. П.В. Симонов. М.: Мир, 1982. С. 257–275.
15. Ливанов М.Н. Пространственная организация процессов головного мозга. М.: Наука, 1972. С. 94–100.
16. Молчанов В.И. Сознание, структуры опыта и парадигмы в философии. Вестн. Российского Гуманитарного Научного Фонда. 1998. Вып. 4.
17. Николаев А.Р. Исследование этапов мысленной ротации сложных фигур методом картирования внутрикоркового взаимодействия // Журн. высш. нерв. деят. 1994. Т. 44. № 3. С. 441–447.
18. Николаев А.Р., Анохин А.П., Иваницкий Г.А., Каширарова О.Д., Иваницкий А.М. Спектральные перестройки ЭЭГ и организация корковых связей при пространственном и вербальном мышлении // Журн. высш. нерв. деят. 1996. Т. 46. № 5. С. 831–848.
19. Русинов В.С. Доминанта. Электрофизиологические исследования. М.: Медицина, 1969.
20. Сергин В.Я. Сознание как система внутреннего видения // Журн. высш. нерв. деят. 1994. Т. 44. № 4–5. С. 627–639.
21. Сидорова О.А., Костюнина М.Б. Участие корковых зон мозга в процессах восприятия и воспроизведения эмоциональных состояний человека // Журн. высш. нерв. деят. 1991. Т. 41. № 6. С. 1094–1101.
22. Симонов П.В. Память, эмоции и доминанта // Гагрские беседы. Т. 7. Нейрофизиологические основы памяти / Под ред. Т. Ониани. Тбилиси: Мецниереба, 1979. С. 358–377.
23. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981.
24. Сперри Р.У. Перспективы менталистской революции. Возникновение нового научного мировоззрения // Мозг и разум. М.: Наука, 1994. С. 20–44.
25. Ухтомский А.А. Лабильность как условие срочности и координированности нервных актов (1936). Собр. соч. Т. 2. Л., 1951. С. 94–100.
26. Эдельмен Дж. Селекция групп и фазная повторная сигнализация: теория высших функций головного мозга // Эдельмен Дж., Маунтклас В. Разумный

- мозг / Под ред. Е.Н. Соколова. М.: Мир, 1981. С. 68–131.
27. Юм Д. Трактат о человеческой природе, или попытка применить основанный на опыте метод к моральным предметам // Соч. в двух томах. Т. 1. М.: Мысль, 1965. 77 с.
 28. *Blumenthal A.L.* The process of cognition. Prentice Hall. N.J.: Engelwood Cliffs. 1977.
 29. *Cauller L.J., Kulics A.T.* The neural basis of the behaviorally relevant N1 component of the somatosensory-evoked potential in S1 cortex of awake monkeys: evidence that backward cortical projections signal touch sensation // *Exp. Brain Res.* 1991. V. 724. P. 607–619.
 30. *Crick F., Koch C.* Are we aware of neuronal activity in primary visual cortex? // *Nature.* 1995. V. 375. № 625. P. 121–123.
 31. *Damasio A.* Descartes' error: emotion, reason and the human brain. Grosset/Putham. 1994.
 32. *Desmedt J., Tomberg C.* Neurophysiology of preconscious and conscious mechanisms of the human brain // Abstracts of the Xth International Congress of Electromyography and Clinical Neurophysiology. Kyoto, Japan, October 15–19, 1995. S4.
 33. *Edelman G.M.* The remembered present. A biological theory of consciousness. N.Y.: Basics Books, 1989.
 34. *Froehlich F.W.* Die Empfindungszeit: Ein Beitrag zur Lehre von der Zeit-Raum und Bewegungsempfindung. Jena. 1929.
 35. *Gevens A., Cutillo B., Desmond J., Ward M., Barbero N., Laxer K.* Subdural grid recordings of distributed neocortical networks involved with somatosensory discrimination // *EEG Clin. Neurophysiol.* 1994. V. 92. P. 282–290.
 36. *Gray J.A.* The contents of consciousness: A neuropsychological conjecture // *Behav. Brain Sci.* 1995. V. 18. № 4. P. 659–676.
 37. *Logic of life* / Ed. C.A.R. Boyd and D. Noble. New York. Oxford Univ. Press. 1993.
 38. *Mishkin M., Horn G., Schacter D.* Cerebral memory systems // Third IBRO Congress of Neuroscience. August 4–9, 1991. Montreal, Canada. Abstracts. S 19. P. 4.
 39. *Pieron H.* La sensation. Paris: Presse univ. France, 1960.
 40. *Posner M.I., Rothbart M.K.* Constructing neuronal theories of mind // High Level Neuronal Theories of the Brain. Ed. C. Koch and J. Davis. Cambridge, Mass.: MIT Press. 1994. P. 183–199.
 41. *Smith S.M., Brown H.O., Toman J.E.P., Goodman I.S.* Lack of cerebral effects of tubocurarine // *Anesthesiology.* 1947. V. 8. P. 1–14.
 42. *Stoerig P., Brandt S.* The visual system and levels of perception: properties of neuromental organization // *Theoretical Medicine.* 1993. V. 14. № 2. P. 117–135.
 43. *Swets Y., Tanner W., Birdsall T.* Decision process in perception // *Psychol. Rev.* 1961. V. 68. P. 15. (Пер. в кн.: Инженерная психология. М.: Прогресс, 1964. С. 269–335.)
 44. *Weisberg R.W.* Memory, thought and behavior. N.Y., Oxford: Oxford Univ. Press. 1980.

THE MAIN RIDDLE OF THE NATURE: THE MENTAL EVENTS ORIGIN OUT OF THE BRAIN PROCESSING

A. M. Ivanitsky

Dr. sci. (medicine), professor, head of the lab., Institute of High Nervous Activity and Neurophysiology of RAS

The main hypothesis developed in the paper proposes that the events of subjective experience emerge as a result of informational synthesis in crucial for this mental function cortical areas. This synthesis is provided by the special organization of brain processes which includes the nerve impulses circular run via brain structures. The memory traces are retrieved during this process, and then the appropriate centers of motivations and emotions are activated. Afterwards the excitation returns to the sites of initial projections, where the comparison and synthesis of new information and that retrieved from memory is performed. The hypothesis is based on studies of brain mechanisms of perception and thinking. It was shown that the sensation arises as a result of synthesis of information on physical parameters and the signal properties of the stimulus in projection cortex neurons. The synthesis of information in thinking is performed in cortical dynamic formations named interaction foci, which are the centers of cortical connections. The interaction foci topography is specific for different mental operations. In imaginative thinking they locate in temporo-parietal and in abstract thinking—in frontal cortex. It is proposed that the rearrangement and the synthesis of information inside the focus result in decision making. Some outcomes from this hypothesis are considered, particularly the mechanisms for subjective experience of verbal functions and the possible brain base for feeling of self. The functional significance of mental events and their role in the brain processes hierarchy are discussed.

Key words: problem “consciousness and brain”, brain biopotentials, brain mapping.