
ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

ОТ И.М. СЕЧЕНОВА К СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯМ О СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

© 2010 г. К. В. Судаков

*Академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделом системных механизмов эмоционального стресса,
НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, Москва;
e-mail: ksudakov@mail.ru*

В статье на основе теории функциональных систем П.К. Анохина подтверждается идея И.М. Сеченова об адекватном отражении действительности мозгом в форме образов или знаков, соответствующих предметам и явлениям внешнего мира. Показано, что предметы действительности в процессе удовлетворения субъектами их внутренних потребностей запечатлены в форме их информационных эквивалентов на структурах акцепторов результатов действия функциональных систем психической деятельности. “Отпечатки действительности” по голографическому принципу извлекаются доминирующими мотивациями без потери информационной значимости результатов, удовлетворяющих исходные потребности субъектов. Системное построение психической деятельности раскрывает механизм адекватного отражения действительности головным мозгом.

Ключевые слова: И.М. Сеченов, образы действительности, информационные эквиваленты действительности, эмоции, мотивации, акцептор результатов действия, голографический принцип.

Во второй половине девятнадцатого столетия Иван Михайлович Сеченов писал: “Не любопытны мы знать, имеют ли какое-нибудь сходство, и какое именно, предметы и явления внешнего мира сами по себе с теми впечатлениями, которые получают от них человеческим сознанием” [20, с. 187].

В ряде известных публикаций: “Рефлексы головного мозга”, “Впечатление и действительность”, “Предметная мысль и действительность”, “О предметном мышлении с физиологической точки зрения”, “Элементы мысли” И.М. Сеченов ставит вопрос об отражении действительности субъектами. Он развивает представление о сходстве между действительностью и впечатлением.

Все указанные работы И.М. Сеченова, особенно его статья “Впечатления и действительность”, представляют развернутую критику учения И. Канта и его последователей о непознаваемости “вещи в себе”, а следовательно – непознаваемости окружающей человека действительности.

В противоположность Э. Гельмгольцу, который отрицал всякую аналогию ощущений с внешними явлениями, действующими на организм, и полагал, что ощущения можно считать только знаками внешних воздействий на органы чувств, не сход-

ными с воздействующими предметами, И.М. Сеченов писал: “Тождеству чувственных знаков от внешних предметов должно соответствовать тождество реальностей: сходству знаков – сходство реальностей, и, наконец, разница знаков – разница в действительности [21, с. 329–333].

И.М. Сеченов считал ощущение образом, отображением, копией с действительности, а понятия “символ”, “условный знак” употреблял, и то не всегда, для обозначения умственных отвлечений, не только не отрицая их сходства с вещами и явлениями, которые они представляют, но и постоянно подчеркивая, что “символическое мышление” всегда отражает объективную реальность. И.М. Сеченов был убежден в объективной реальности внешнего мира и считал кантовскую “вещь в себе” метафизической фикцией.

Он подчеркивал, что человек думает образами. Наряду с термином “образ”, И.М. Сеченов писал о копиях действительности, чувственных знаках и символах. Однако представления И.М. Сеченова о “знаках” и “символах” существенно отличаются от представлений Э. Гельмгольца, а также от теории иероглифов, развиваемой Г.В. Плехановым: И.М. Сеченов многократно указывал на соответствие образов или знаков представляемым ими предметам и явлениям внешнего мира.

В.И. Ленин, вслед за И.М. Сеченовым, также считал, что ощущения и представления являются копиями, изображениями действительных предметов и процессов природы, а не условными знаками, символами, иероглифами и пр. Изображение, как писал В.И. Ленин, неизбежно предполагает объективную реальность того, что отображается, хотя, безусловно, изображение никогда не может всецело сравняться с действующим на организм предметом.

Взгляды Гельмгольца, Плеханова, Маха и Авенариуса В.И. Ленин считал агностицизмом. Как и И.М. Сеченов, он подчеркивал, что ощущение, представление, понятие, мысль – суть образы соответствующих внешних явлений: копии, снимки, изображения, зеркальные отображения действительных вещей и процессов природы.

Подобно И.М. Сеченову, который постоянно подчеркивал значение опыта в познании действительности, В.И. Ленин писал, что практика – критерий истинности действительности [12].

Отметим, что И.М. Сеченов строил свои представления об образном отражении действительности на основе классической рефлекторной теории: стимул – ответная реакция. Рефлекторная деятельность при этом искусственно вычленилась из целостной интегративной деятельности головного мозга.

Новые аспекты предметного восприятия действительности открывает предложенная П.К. Анохиным теория функциональных систем [3, 5, 24, 26].

Функциональные системы – динамические самоорганизующиеся и саморегулирующиеся построения, все составные компоненты которых взаимодействуют и взаимосодействуют достижению полезных для организма метаболических, гомеостатических и поведенческих (в т.ч. социальных) результатов [26].

В теории функциональных систем раскрыта внутренняя архитектура системной организации психической деятельности человека. Она формируется на основе внутренних потребностей или действия специальных внешних (условных) раздражителей и включает последовательно сменяющиеся друг друга стадии: афферентного синтеза, принятия решения, предвидения потребного результата (акцептор результата действия), эфферентный синтез, многокомпонентное действие и постоянную оценку акцептором результатов действия параметров достигнутых субъектом результатов с помощью обратной афферентации [3, 24].

Теория функциональных систем позволила установить роль отдельных стадий системной организации психической деятельности в механизмах образного отражения мозгом действительности.

Этому в значительной степени способствовало выявление в деятельности функциональных систем информационных и голографических свойств [23, 27, 28].

ИНФОРМАЦИЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗМА

Несмотря на то, что в науке до настоящего времени нет исчерпывающего определения понятия “информация”, следует подчеркнуть, что она возникает как следствие отношений материальных тел, в частности физико-химических процессов. Информация снимает неопределенность этих отношений, приводя к организованности (упорядочению) материальных процессов.

По существу, информация – идеальная грань действительности, природа которой все еще остается до настоящего времени не выясненной.

П.К. Анохин в 1969 г. в статье “Психическая форма отражения действительности” ввел понятие “*информационный эквивалент действительности*” и впервые сформулировал представление о том, что мозг человека отражает действительность при действии на многочисленные рецепторы организма различных параметров полезных приспособительных результатов, удовлетворяющих разнообразные исходные потребности живых существ на основе информационных эквивалентов [4].

П.К. Анохин неоднократно подчеркивал, что отражение мозгом действительности происходит без потери ее информационного значения. Он писал: “передача информации в живых и технических объектах обычно происходит с исключительно большим количеством специфических звеньев, однако она подчиняется одному важному закону: *между начальным и конечным звеном этой передачи должна быть точная и адекватная информационная эквивалентность*” (курсив П.К. Анохина) [4, с. 111–112]. Из приведенной цитаты следует, что, несмотря на многочисленную смену носителей, в каждом звене соответствующей функциональной системы сохраняется информационная эквивалентность.

В деятельности функциональных систем постоянно циркулирует информация о потребности и степени ее удовлетворения.

Информация порождается соотношением физиологических процессов, происходящих как внутри функциональных систем, так и между ними. В функциональных системах первичной причиной, порождающей информацию, выступают различные потребности организма как отклонение различных параметров внутренней и внешней среды организма от оптимального для метаболизма уровня жизнедеятельности.

В развитие представлений П.К. Анохина нами сформулированы понятия “информационный эквивалент потребности” и “информационный эквивалент подкрепления” [25].

В процессе формирования метаболической потребности информация в функциональных системах возникает как *отношение* величины отклонения адаптивного результата к значению его оптимального для метаболизма уровня. Аналогично, в процессе удовлетворения доминирующей потребности информация в функциональных системах возникает как *отношение* значимости подкрепляющего фактора к величине исходной потребности. Потребность порождает потоки афферентных импульсаций и гуморальных информационных молекул в ЦНС. В результате информация о потребности адресуется к специальным мотивационным центрам.

Мотивации, в свою очередь, охватывают на основе восходящих специфических активирующих влияний структуры различного уровня головного мозга до коры больших полушарий включительно. При этом информация о потребности сохраняется полностью. С помощью доминирующих мотиваций формируется поведение, направленное на удовлетворение исходной потребности. В различных формах поведения по-прежнему сохраняется информация об исходной потребности. Все эти процессы ведут к адекватному удовлетворению исходной потребности, которое в значительной степени связано с информационной оценкой организмом достигнутых результатов поведения.

Удовлетворение потребностей наряду с физиологическими механизмами включает, таким образом, также информационные процессы. При этом происходит трансформация материальных процессов потребности и ее удовлетворения в идеальное информационное внутреннее ощущение.

Отношения различных физиологических процессов в организмах оцениваются субъективно с помощью эмоций. Именно эмоции характеризуют отношение субъектов к себе, внутренним потребностям, окружающим живым организмам и неживым предметам.

В восприятии действительности И.М. Сеченов различал чувственное и предметное восприятие. С позиций теории функциональных систем, восприятие действительности происходит поэтапно. Сначала при действии предметов внешнего мира и внутренних потребностей на соответствующие рецепторы возникают специфические чувственные ощущения, перерастающие в неповторимые яркие эмоциональные состояния, и только потом оцениваются параметры потребных результатов.

Эмоции выступают в качестве своеобразных пеленгов внутренних потребностей и действия факторов внешней среды [2]. При тесных связях эмоций с мотивациями строятся процессы мышления и формируется мотивационное поведение. На эмоциональные ощущения накладываются предметные образы действительности. В процессе обучения создаются ячейки, знаковые системы, системокванты психической деятельности [16].

Информационную сторону эмоций подметил П.В. Симонов (1966) в сформулированной им потребностно-информационной теории эмоций. Эмоция, по П.В. Симонову, “есть отражение мозгом человека и высших животных какой-либо актуальной потребности (ее качества и величины) и вероятности (возможности) ее удовлетворения, которую субъект непроизвольно оценивает на основе врожденного и ранее приобретенного индивидуального опыта” [22, с. 212]. Как писал П.В. Симонов, эмоция отражает предметы и события окружающей среды в их *отношении* к актуальным потребностям субъекта. Именно в этом, как мы полагаем, и проявляется информационный смысл подкрепления. Таким образом, эмоции служат сигналами информационных отношений в различных функциональных системах организма.

При отклонении полезного для метаболизма результата деятельности той или иной функциональной системы от уровня, обеспечивающего оптимальный для организма метаболизм, в функциональных системах формируется информационный сигнал потребности – отрицательная эмоция. Удовлетворение потребности сопровождается другим информационным сигналом – положительной эмоцией.

При неоднократных удовлетворениях той или иной потребности положительные эмоции начинают опережающе предвидеться. Эмоции, таким образом, выступают в качестве информационного звена специфической оценки потребности и ее удовлетворения. Однако эта оценка осуществляется в общей форме “приятного” и “неприятного”, без детализации параметров потребности и адап-

тивных результатов поведения, удовлетворяющих эти потребности. Тем не менее, даже на основе глобальных эмоциональных ощущений живые существа надежно оценивают свои потребности и их удовлетворение.

Характерно, что эмоции не отражают непосредственно предметный мир. В чувстве боли, например, не содержится информации о причинах ее возникновения. Однако, как считал И.М. Сеченов, внешний предмет не исчезает бесследно в глобальных ощущениях, а запечатлевается в форме субъективного ощущения – образа.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МОТИВАЦИИ В ПРЕДМЕТНОМ ВОСПРИЯТИИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

И.М. Сеченов неоднократно указывал на то, что воля и намерения определяют восприятие действительности. Намерения в настоящее время могут быть рассмотрены как мотивации.

Биологические мотивации, порождаемые различными метаболическими потребностями, формируются на основе специфических восходящих активирующих влияний гипоталамических центров на другие структуры головного мозга, в частности лимбические образования, таламус, ретикулярную формацию ствола головного мозга, а также кору больших полушарий, особенно ее лобные отделы.

В сложной корково-подкорковой архитектонике биологических мотиваций мотивационным центрам гипоталамуса принадлежит ведущая, пейсмекерная роль [25]. Разрушение этих структур полностью устраняет их активирующие влияния на структуры головного мозга, определяющие соответствующие биологические мотивации и порождаемую ими целенаправленную деятельность.

Мотивации строятся по принципу доминанты [32]. В каждый данный момент времени мозгом завладевает доминирующая в социальном или биологическом плане мотивация, которая организуется потребностью, наиболее значимой в плане выживания или адаптации субъектов к окружающей среде. Остальные, субдоминирующие, мотивации поддерживают доминирующую или тормозятся. После удовлетворения ведущей потребности они, в свою очередь, в иерархическом порядке становятся доминирующими.

Специально проведенные нами эксперименты свидетельствуют о том, что доминирующие мотивации выраженно изменяют общие свой-

ства головного мозга. При этом увеличиваются конвергентные и дискриминационные свойства отдельных нейронов головного мозга по отношению к различным сенсорным воздействиям: изменяется их чувствительность к нейромедиаторам, нейропептидам и другим биологически активным веществам. Существенно расширяется чувствительность нейронов головного мозга к действию подкрепляющих – удовлетворяющих соответствующую потребность – факторов [25]. К тому же доминирующая мотивация повышает чувствительность соответствующих периферических рецепторов [37].

Дополнительно следует отметить, что при мотивации во многих структурах головного мозга усиливается экспрессия ранних генов *c-fos* и *c-jun* [1]. Все это свидетельствует о том, что доминирующие мотивации направленно изменяют свойства воспринимающих внешние воздействия структур головного мозга и соответствующих периферических рецепторов, избирательно настраивая их на восприятие и взаимодействие с факторами, удовлетворяющими лежащие в основе этих мотиваций потребности. В результате, под влиянием доминирующей мотивации создается своеобразная исходная “канва”, на которую действуют предметы внешней среды.

Мотивация сопровождается характерной активностью нейронов головного мозга. Установлено, что значительное число нейронов у кроликов, испытывающих потребности в пище, воде, а также в избегании опасности, генерируют пачкообразную активность. У этих нейронов зарегистрирована характерная картина межимпульсных интервалов. Например, после суточного голодания, нейроны с пачкообразной активностью в сенсомоторной, зрительной и инсулярной коре, хвостом ядра, дорсальном гиппокампе, латеральном гипоталамусе и ретикулярной формации среднего мозга имеют доминирующее бимодальное распределение межимпульсных интервалов в пределах 1–20 мс и 150 мс. После суточной водной депривации в фоновой активности нейронов дорсального гиппокампа, перегородки, хвостатого ядра, латерального и супраоптического ядер гипоталамуса доминируют два пика распределения межимпульсных интервалов, но уже в диапазоне 25 мс и 150 мс. При иммобилизации животных, а также при электрической стимуляции у них “центра страха” вентромедиального гипоталамуса у нейронов сенсомоторной и зрительной коры обнаружено доминирование межимпульсных интервалов в пределах 45 мс и 150 мс [25].

Восходящие активирующие влияния доминирующих мотиваций на кору головного мозга создают своеобразную энергетическую основу психической деятельности.

В свою очередь, доминирующие мотивации тесно связаны с другим компонентом системной центральной архитектуры поведенческих актов – акцептором результатов действия.

ПОДКРЕПЛЕНИЕ КАК ФАКТОР ЗАПЕЧАТЛЕНИЯ МОЗГОМ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

С позиций теории функциональных систем, подкрепление – многокомпонентный процесс, который включает действие параметров достигаемых субъектами потребных объектов на соответствующие рецепторы, многоканальную обратную афферентацию, идущую от этих рецепторов к нейронам, составляющим акцептор результатов действия, и, наконец, оценку акцептором результатов действия поступающей к нему обратной афферентации. Различные параметры подкрепляющих факторов действуют на различные рецепторы организма.

Обратная афферентация от различных параметров результатов поведения поступает к адекватным для нее структурам акцептора результатов действия. В результате создается структурно-функциональный ансамбль подкрепления – его информационный образ.

Каждое подкрепление как часть многогранной действительности оставляет свой специфический информационный след на структурах акцептора результата действия соответствующей функциональной системы. Проведенные нами опыты показали, что подкрепление меняет свойства нейронов, исходно вовлеченных в доминирующую мотивацию. При этом происходит смена пачкообразной активности этих нейронов на регулярную. Снижается экспрессия ранних генов *c-fos* и *c-jun* и изменяется чувствительность этих нейронов к микроионофоретическому подведению нейротрансмиттеров и нейропептидов [25].

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОТИВАЦИОННЫХ И ПОДКРЕПЛЯЮЩИХ ВОЗБУЖДЕНИЙ НА СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Подкрепляющие возбуждения адресуются как раз тем нейронам мозга, которые исходно вовлекаются в доминирующую мотивацию и в своей разрядной деятельности отражают специфический, присущий данной мотивации характер распределения межимпульсных интервалов.

Подкрепление существенно изменяет импульсную активность этих нейронов, переводя ее из пачкообразной в регулярную. После кормления, приема животными воды или устранения опасности указанные нейроны переходят на другой паттерн активности: у них наблюдается доминирование только одного какого-либо межимпульсного интервала [25].

Мотивационные и соответствующие им подкрепляющие возбуждения взаимодействуют на значительном числе нейронов, особенно в стволовых структурах головного мозга. Во взаимодействии мотивации и подкрепления на нейронах, составляющих акцептор результата действия, кроме нейротрансмиттеров и олигопептидов участвуют иммунные механизмы [25].

Информационная значимость отдельных параметров внешних объектов существенно изменяется в зависимости от исходной потребности и мотивации субъектов. Так, при необходимости обертывания покупок бумага оценивается с точки зрения ее прочности. При использовании бумаги для письма, оцениваются уже другие ее параметры бумаги: гладкость, цвет и т.п.

Взаимодействие мотивационных и подкрепляющих возбуждений на структурах головного мозга осуществляется по голографическому принципу.

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Голографический принцип, как известно, первоначально обнаружен в оптике Д. Габором. В построении голограммы обычно световая волна расщепляется специальной призмой на две волны: одна – опорная, другая – предметная, отражающаяся от объекта, который должен быть сфотографирован. Обе волны взаимодействуют на объекте в соответствии с частотами их колебаний. В основе голографии лежит эффект интерференции волн.

Представления о голографической организации мироздания активно развиваются Д. Бомом [29]. Он считает, что вся Вселенная составляет гигантскую неделимую голограмму, в которой любой ее участок отражает целостность всей голограммы. Вся осязаемая повседневная реальность, по Д. Бому, всего лишь иллюзия, наподобие голографического изображения. Вне его находится более глубокий порядок бытия – беспредельный и изначальный уровень реальности, из которого рождаются все объекты и, в том числе, види-

мость физического мира, аналогично тому, как из кусочка голографической пленки рождается голограмма. Бом называет этот глубинный уровень реальности имплицативным (т.е. скрытым) порядком, в то время как собственный уровень существования предметов и живых существ он определяет как экспликативный или раскрытый порядок. Д. Бом видит проявление всех форм Вселенной как результат бесконечного процесса свертывания и развертывания между указанными двумя порядками, постулируя тем самым теорию “вложения” [35].

Автор утверждает, что так называемые “вещи” – всего лишь абстракция, способ, с помощью которого наше сознание выделяет данные аспекты. Каждая клетка тела содержит по Бому в себе весь свернутый Космос. Имплицативный порядок отражает в себе каждую возможную конфигурацию материи, энергии, жизни и сознания. Все физические объекты и все, что мы воспринимаем, в действительности состоит из интерференционных паттернов, за которыми стоит голографический принцип [36].

Имплицитная сфера, по Д. Бому, – это огромная голограмма, включающая множество более мелких голограмм.

Научную позицию Д. Бома трудно принять безоговорочно. Окружающий живые существа мир – не только голографическое отражение имплицитного порядка, но и, в значительной степени, результат материализации идей человечества, многочисленных голограмм отдельных личностей и космических влияний. Эти предметы составляют окружающий человечество мир, воздействующих, в свою очередь, на каждого субъекта.

Представления Д. Бома развиты К. Прибрамом. Он первым выдвинул идею о том, что память не локализуется в определенных участках головного мозга, а распределена по всему головному мозгу. Такие представления в дальнейшем привели К. Прибрама к формулированию голографической гипотезы памяти [39].

К. Прибрам предположил, что когда электрические сигналы достигают окончания разветвления дендритов нейронов, они распространяются далее в виде волн, которые постоянно налагаются друг на друга, формируя множественные интерференционные паттерны – голограммы. Правда, К. Прибрам не рассматривает природу формирования и распространения этих волн. Можно думать, что эти волны распространяются в межнейронной жидкости. Однако это тоже требует серьезного доказательства. Эти представления остаются пока гипотетическими.

Вслед за Д. Бомом, К. Прибрам считает, что головной мозг математически конструирует объективную реальность путем обработки частот, пришедших из другого измерения – более глубокого порядка существования, находящегося за пределами пространства и времени. Мозг, по мнению К. Прибрама, – это голограмма, свернутая в голографической вселенной.

Каждый предмет, по К. Прибраму, имеет два аспекта реальности. Когда он пропускается через линзы мозга, он проявляет себя как предмет. Если снять эти линзы, он осуществляется как интерференционный паттерн, свернутый в космической голограмме.

К. Прибрам считает, что действительность – это частотная область (имплицативный порядок), а мозг – своеобразный объектив, преобразующий частоты в объективный мир видимого.

Приложение голографии к объяснению функций головного мозга предпринято рядом авторов [8, 11, 34, 40].

С позиции теории функциональных систем, сигнализацию о потребности, поступающую в головной мозг, можно рассматривать по аналогии с физической голограммой как опорную волну. С другой стороны, сигнализацию об удовлетворении потребности, о достигнутом результате, – как предметную волну [23].

Обе эти волны, поступающие в различной временной последовательности к структурам головного мозга, интерферируют на них и создают соответствующие голограммы.

Известно, что сформированная голограмма может извлекаться одним лучом. Аналогично, подкрепление как комплексная предметная волна, сформированная зрительной, обонятельной, слуховой, тактильной и другой афферентацией, а также сигнализацией об исходной потребности, может сама по себе извлекать ранее сформированную доминирующей мотивацией голограмму. Все это соотносимо с представлениями И.М. Сеченова о том, что мозг в полной мере без искажения отражает предметный мир.

Ведущим механизмом системы, в рамках которого осуществляется взаимодействие мотивации и подкрепления на структурах головного мозга, является акцептор результатов действия различных функциональных систем.

Согласно голографическому принципу, каждый отдельный фрагмент голограммы несет полноценную информацию о целостной голограмме. Аналогичные свойства проявляются в функциональных

системах организма, поскольку, как указывалось ранее, доминирующие мотивации и подкрепление отчетливо проявляются у мотивированных доминирующей потребностью животных в паттернах межимпульсной активности нейронов различных отделов головного мозга.

АКЦЕПТОР РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЙСТВИЯ – МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОБРАЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ ГОЛОВНЫМ МОЗГОМ

Как показали приведенные нами исследования, к многоуровневой структурно-функциональной организации акцепторов результатов действия относятся нейроны с пачкообразной активностью.

Подтверждением этого явились опыты с подменной подкрепления. Голодным кроликам, у которых пища приводила к упорядочению пачкообразной активности, вслед за условным сигналом предъявляли несъедобный предмет – поролон. Во всех опытах при предъявлении поролона у животных отмечалось усиление исходной пачкообразной активности. При этом распределение межимпульсных интервалов было характерным для оборонительного состояния животных [25].

Все это указывает на то, что в деятельности отдельных нейронов, включенных исходно в различные доминирующие функциональные системы, в их пачкообразной активности опережающе отражаются свойства необходимых для удовлетворения потребности организма внешних факторов, т.е. их параметры включаются в деятельность акцепторов результатов действия соответствующих функциональных систем.

В каждой функциональной системе акцептор результата действия представляет широко разветвленную по различным структурам коры головного мозга и подкорковых образований мозаичную архитектуру (рис. 1). В соответствии с представлениями П.К. Анохина, структурную основу акцепторов результатов действия в функциональных системах, определяющих различные поведенческие акты человека и животных, составляют вставочные нейроны различных отделов головного мозга, на которые по коллатерали пирамидного тракта распространяются копии эффекторных возбуждений пирамидных нейронов коры больших полушарий. Благодаря наличию циклических взаимосвязей между вставочными нейронами, объединенными в аппарат акцептора результата действия, возбуждение в этих нейронах на основе механизмов реверберации

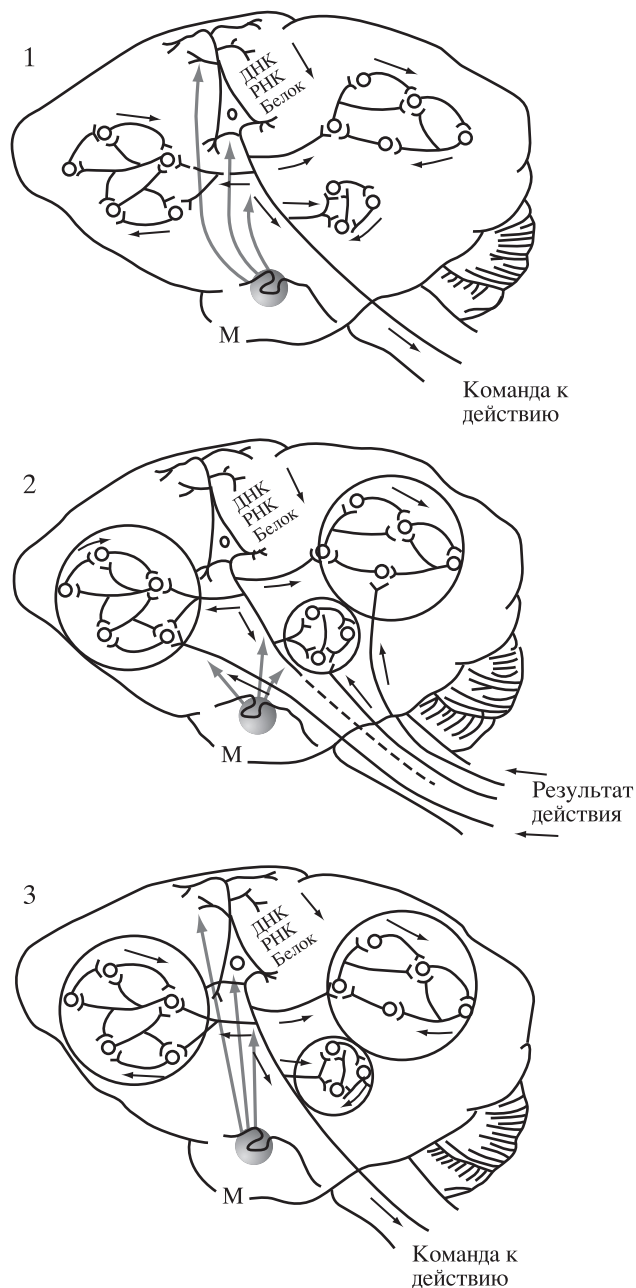


Рис. 1. Схема формирования многоуровневого акцептора результата действия на структурах мозга и его извлечения доминирующей мотивацией.

Примечание: 1 – под влиянием доминирующей мотивации (М) через коллатерали пирамидного тракта возбуждается система вставочных нейронов, расположенных на разных уровнях мозга – акцептор результата действия; 2 – в центре под влиянием различных параметров достигнутых результатов на вставочных нейронах формируется энграмма подкрепления; 3 – доминирующая мотивация опережающе активирует энграмму подкрепления.

способно сохраняться длительное время. Это, в свою очередь, позволяет им длительно находиться в возбужденном состоянии и благодаря этому непрерывно оценивать поступающую к ним об-

ратную афферентацию от различных параметров достигаемых субъектами результатов.

Подтверждение распространения возбуждений пирамидного тракта на вставочные нейроны получено в специальных экспериментах, в которых микроэлектродным методом исследовали реакции вставочных нейронов разных областей головного мозга на антидромное раздражение центрального конца перерезанного на уровне олив продолговатого мозга пирамидного тракта [39].

При антидромной стимуляции пирамидного тракта ответы нейронов зарегистрированы в соматосенсорной и зрительной коре головного мозга. Эти же нейроны отчетливо реагировали на предъявляемые животным стимулы различной сенсорной и биологической модальности, а также на раздражения мотивационных центров гипоталамуса.

Реакции вставочных нейронов при антидромной стимуляции пирамидного тракта зарегистрированы не только в различных областях коры, но и в подкорковых образованиях головного мозга, в частности в дорсальном гиппокампе, что указывает на широкое распространение антидромных возбуждений пирамидного тракта по его коллатералям [15] и включение в структурно-функциональную организацию акцепторов результатов действия эмоциогенных лимбических образований головного мозга.

Именно на вставочных нейронах головного мозга, составляющих аппарат акцептора результата действия, активированных доминирующей мотивацией, как мы полагаем, “отпечатывается” сенсорная информация, поступающая от различных рецепторов организма, возбуждаемых соответствующими потребностями и параметрами подкрепляющих воздействий.

Подкрепляющие возбуждения на “канве” возбужденных доминирующей мотивацией структур акцепторов результатов действия в определенной временной последовательности на составляющих их вставочных нейронах строят архитектуру акцептора результата действия, пишут своеобразный узор – “информационные энграммы подкрепления”, т.е. параметров потребных результатов поведения и средств их достижения.

Разные авторы обозначают этот процесс по-разному: А.А. Ухтомский – как “проекты действительности” [32]; Д.Н. Узнадзе – как “установку” [31]; И.С. Бериташвили – как образы действительности [9]; И.П. Павлов – как “отпечатки действительности” или динамические стереотипы [14].

И.С. Бериташвили полагал, что сенсорными элементами коры головного мозга, участвующи-

ми в психонервных актах построения образов действительности, являются звездчатые нейроны с короткими аксонами, расположенные густо в тех областях коры, где заканчиваются афферентные нервные пути от различных анализаторов [9].

Каждый параметр подкрепляющего воздействия оставляет свой специфический информационный след в соответствующей зрительной, вкусовой, слуховой, тактильной и любой другой проекционной зоне головного мозга, определяя тем самым генерализованную по различным структурам мозга архитектуру акцептора результата действия.

Нашим сотрудником Б.В. Журавлевым показано, что у голодных кроликов нейроны разных отделов головного мозга “ожидают” свои специфические параметры пищевого подкрепления. Так, пачкообразная активность, характерная для состояния голода, сменяется на регулярную преимущественно у нейронов зрительной коры, когда голодное животное видит пищу, при введении пищи в рот – у нейронов таламической области, при поступлении пищи в желудок – у нейронов гипоталамической области; при введении глюкозы в кровь – у нейронов ствола головного мозга.

На структурах акцепторов результатов действия отпечатывается место и последовательность действующих на живые объекты событий, – связь их во времени и пространстве. По мере неоднократного достижения потребных результатов происходит обогащение информационной архитектуры акцептора результата действия. В нее последовательно включаются параметры всех промежуточных положительных и отрицательных результатов, ведущих к удовлетворению субъектами их исходных потребностей (рис. 2).

Запечатление действительности на нейрональных и глиальных структурах акцепторов результатов действия подтверждает выдвинутую нами гипотезу об импринтинговом механизме акцепторов результатов действия в различных функциональных системах [24].

Как известно, К. Лоренц первым обнаружил феномен запечатления (импринтинг) у новорожденных птенцов [38]. Он показал, что предметы окружающей среды, которые первыми предъявляются новорожденным, особенно его родителями, запечатываются в их памяти и определяют реакцию следования за этими предметами. Однако К. Лоренц и его последователи, в частности Н. Тинберген, не ответили на вопрос: каковы интимные механизмы импринтинга и как долго в онтогенезе живых существ проявляется этот механизм?

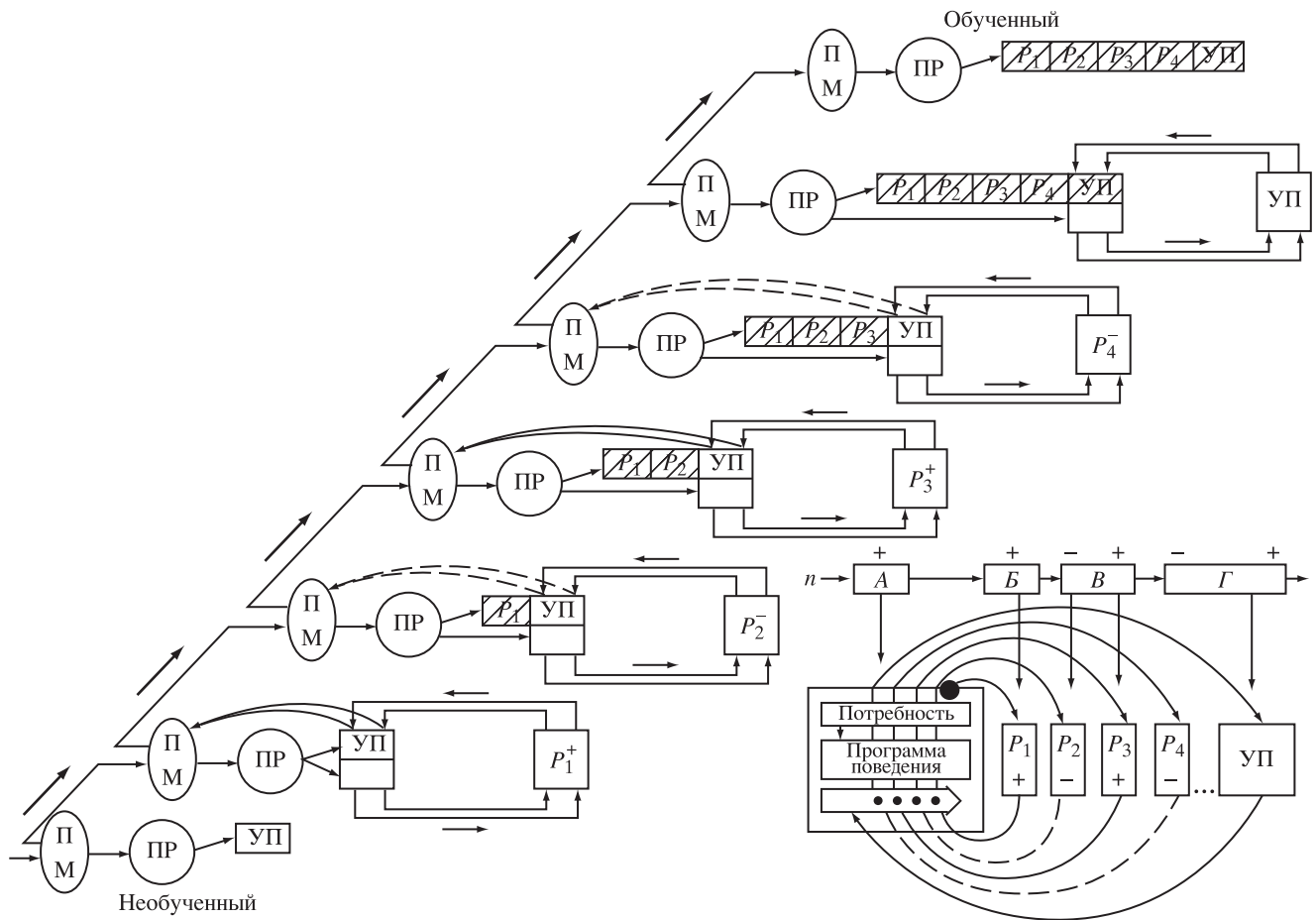


Рис. 2. Динамика обогащения акцептора результатов действия в процессе удовлетворения субъектом доминирующей потребности.

Примечание: На рисунке показано, что мотивированный потребностью субъект взаимодействует с промежуточными результатами (P_1, P_2, P_3, P_4) и конечным результатом, удовлетворяющим его исходную потребность (УП). Промежуточные и конечные результаты в определенной временной последовательности оставляют соответствующий след в акцепторе результата действия. Вследствие этого обученный субъект при наличии соответствующей мотивации опережающе программирует в акцепторе результата действия всю цепь последовательных событий, ведущих к удовлетворению его исходной потребности. Условные обозначения: М – мотивация, П – память, ПР – принятие решения; А, Б, В, Г, n – пространственно-временной континуум событий внешнего мира.

Согласно импринтинговой гипотезе формирования акцептора результата действия, при воздействии на организм потребных результатов поведения их различные параметры посредством обратной афферентации запечатляются на соответствующих структурах акцептора результата действия в виде молекулярных энграмм.

В фиксации “образов действительности” на структурах акцепторов результата действия в функциональных системах существенную роль играют олигопептиды подкрепления, такие, как вещество П, пептид, вызывающий дельта-сон, пролактин, бета-эндорфин и др., создающие в последствии такую интеграцию молекулярных процессов, которая закрепляет приобретенные навыки.

Графически отпечатки параметров результатов поведения на структурах акцепторов результатов действия можно представить в форме специфических геометрических фигур (рис. 3).

Возможно, что эти информационные образы на основе отпечатков свойств параметров адаптивных результатов в каждой функциональной системе и представляют в какой-то степени соответствующие голограммы.

В соответствии с представлениями Д. Бома о множественности голограмм имплицитной сферы, головной мозг заключает в себе множество голограмм различных функциональных систем действительности. В каждый данный момент времени имеется обобщенный акцептор результатов действия множества функциональных систем

гомеостатического, поведенческого и психического уровней, в котором доминирует акцептор результатов действия ведущей функциональной системы со своей ведущей информационной голограммой. Можно думать, что существует информационный резонанс между источниками впечатлений и сформированными в акцепторе результатов действия их образами. Образы строятся на когерентных отношениях частот импульсаций отдельных нейронов, объединенных в доминирующую мотивацию и подкрепление [13].

При одновременной регистрации двух нейронов в различных структурах головного мозга в опытах Н.Н. Шамаева у кроликов в голодном и накормленном состоянии удалось зарегистрировать одинаковый рисунок (паттерн) распределения межимпульсных интервалов и выраженную когерентность этих процессов [39].

Ряд авторов убедительно продемонстрировали проявление образов действительности в когерентных связях электроэнцефалограмм обоих полушарий головного мозга [6, 7, 10, 17–19].

Физико-химические процессы, разыгрывающиеся в нейронах акцепторов результатов действия под влиянием доминирующей мотивации, порождают информационный процесс опережающего возбуждения – предвидения свойств потребных результатов и способов их достижения. Таким образом, материальная потребность трансформируется в идеальный информационный процесс.

В свою очередь, возникающее на основе доминирующей мотивации поведение и взаимодействие субъектов с объектами внешнего мира определяют трансформацию информационных процессов в материальные. Оценка параметров достигнутых результатов снова осуществляется на информационной основе обратной афферентации и сравнения ее с акцептором результата действия.

Трансформация внешних предметов в информационные образы акцепторов результатов действия подтверждает мысли И.М. Сеченова о полноценном отражении головным мозгом предметов действительности.

Запечатление на морфофункциональных структурах акцепторов результатов действия действительности формирует интеллект личности, начиная с раннего постнатального периода, и его коррекцию на протяжении всей жизни индивидов. Акцепторы результатов действия в свою очередь позволяют каждой личности адекватно оценивать себя, свои потребности, накопленные знания и окружающую действительность.

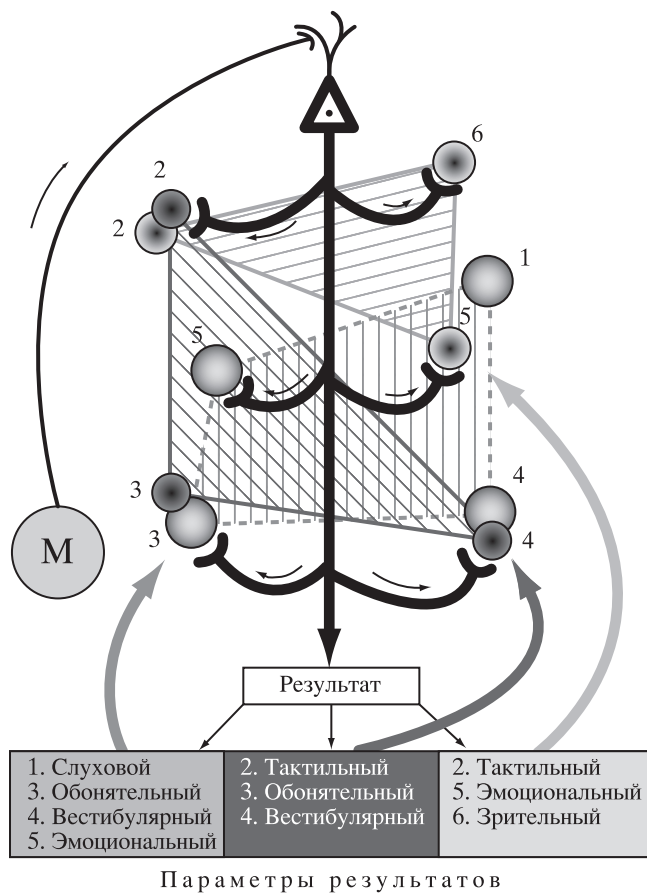


Рис. 3. Графическое изображение отпечатков действительности на структурах акцепторов результатов действия – вставочных нейронах головного мозга. Условные обозначения: М – мотивация.

В процессе формирования и обогащения акцепторов результатов действия в мозге внешний и внутренний мир живых существ на основе эмоциональных ощущений трансформируется в идентичный внутренний образ – субъективное переживание индивидами своего внутреннего состояния и окружающей среды. Субъективный образ внутреннего состояния в каждый момент времени полноценно отражает внутреннюю и внешнюю среду организма в их тесных информационных соотношениях. Создается образное видение субъектами самих себя и окружающего их мира.

Системные представления, таким образом, полностью подтверждают мысли И.М. Сеченова об адекватном отражении мозгом действительности.

Действительность формирует на структурах акцепторов результатов действия образы потребности, подкрепляющих воздействий и соответствующие программы поведения.

В результате, на структурах акцептора результата действия материальные параметры потребности и ее удовлетворения без потери информационного смысла трансформируются в идеальный процесс отражения действительности.

Ведущую роль в процессах опережающего извлечения на структурах акцептора результата действия параметров результатов подкрепления, удовлетворяющих исходные потребности организма, играют доминирующие мотивации.

ДОМИНИРУЮЩАЯ МОТИВАЦИЯ – ВЕДУЩИЙ ФАКТОР ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

Доминирующие мотивации в каждой функциональной системе выступают в роли ведущих факторов, декодирующих, считывающих и опережающе возбуждающих ранее сформированные подкреплениями молекулярные энграммы соответствующих акцепторов результатов деятельности. Доминирующие мотивации формируют с помощью синтезируемых нейронами акцепторов результатов действия белковых молекул соответствующие формы поведения.

Доминирующие мотивации опережающе извлекают в акцепторах результатов действия информационные параметры потребности и потребного подкрепления, а также средства его достижения. В процессе поиска субъектами веществ, удовлетворяющих их исходные потребности, посредством обратной афферентации все время осуществляется сравнение параметров внешних раздражителей с исходными параметрами потребности. Поскольку большинство биологических мотиваций формируется на основе врожденных механизмов, свойства агентов, подкрепляющих исходную биологическую мотивацию, закодированы генетически в информационных энграммах акцепторов результатов действия соответствующих функциональных систем.

Даже новорожденное животное, первый раз в жизни испытывая возбуждение от голода, уже целенаправленно стремится только к пищевым и немедленно отвергает все непищевые вещества. Всем известны также удивительные примеры, когда больные животные ищут на значительных расстояниях и поедают только определенный вид лечебной травы.

У новорожденных субъектов в качестве опорной голографической волны выступает врожден-

ная ориентировочно-исследовательская деятельность. В процессе обучения у живых существ формируются индивидуально приобретенные акцепторы результатов действия с их образными отражениями действительности. При взаимодействии субъектов с предметами внешней среды строятся соответствующие информационные голограммы. Извлечение этих голограмм из памяти впоследствии осуществляется доминирующей мотивацией.

Для восприятия информации об объектах внешней среды уровень исходной доминирующей мотивации должен достичь определенного критического порога. Только в этом случае мотивированный соответствующей потребностью субъект начинает воспринимать информационную значимость соответствующих объектов внешнего мира, имеющих отношение к его исходной потребности. Наши исследования показали, что накормленные кролики начинают реагировать на находящуюся перед ними пищу только в том случае, когда напряжение тока, раздражающего через вживленный электрод “центр голода” латерального гипоталамуса, достигает уровня, при котором наблюдается реакция активации ЭЭГ коры головного мозга. При подпороговых раздражениях латерального гипоталамуса, вызывающих возбуждение только лимбических структур головного мозга, наблюдаются лишь ориентировочно-исследовательские реакции животных.

Приведенные опыты свидетельствуют о том, что узнавание потребного результата у кроликов происходит только в том случае, когда возбуждение из мотивационного центра гипоталамуса распространяется на нейроны коры больших полушарий.

Мотивации, формирующиеся под воздействием внутренних метаболических потребностей, а также факторов окружающей среды, обладают выраженной способностью опережающе извлекать из памяти генетически и индивидуально сформированные энграммы (голограммы) по удовлетворению лежащих в их основе доминирующих потребностей.

При каждом очередном возникновении соответствующей потребности доминирующие мотивации последовательно возбуждают выработанные на основе предшествующего опыта информационные энграммы акцепторов результатов действия, опережающе возбуждая их до конечного пункта, связанного с удовлетворением исходной потребности [25]. При этом выстраивается необходимая цепочка процессов, информирующая организм о средствах и условиях удовлетворения

соответствующей потребности. Этот комплекс избирательно возбужденных корково-подкорковых аппаратов акцептора результатов действия направляет поведение субъектов к удовлетворению доминирующей на каждый данный момент времени потребности через постоянную оценку поступающей к нему с периферии обратной афферентации, вызванной действием факторов внешней среды.

Таким образом, доминирующая мотивация извлекает из памяти содержащиеся в структурах акцептора результата действия информационные энграммы, в которых заключены свойства как потребного результата, так и специальных раздражителей и способов, ранее содействующих или препятствующих достижению субъектами полезных для них приспособительных результатов, удовлетворяющих их ведущие потребности.

При каждом очередном возникновении соответствующей потребности доминирующее мотивационное возбуждение последовательно приводит к возбуждению элементы выработанной на основе предшествующего опыта энграммы, опережающе возбуждая ее до конечного пункта, связанного с удовлетворением исходной потребности. Этот комплекс избирательно возбужденных корково-подкорковых аппаратов представляет информационную архитектуру акцептора результатов действия, который направляет поведение субъектов к удовлетворению доминирующей на каждый данный момент потребности.

Системное построение психической деятельности раскрывает, таким образом, механизм адекватного отражения действительности головным мозгом и полностью подтверждает общетеоретические представления И.М. Сеченова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин К.В., Судаков К.В. Молекулярно-генетические механизмы системной организации поведения // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2001. № 10. С. 53–58.
2. Анохин П.К. Предисловие // Гельгорн Э., Луфбороу Дж. Эмоции и эмоциональные расстройства. М.: Мир, 1966. С. 5–18.
3. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968.
4. Анохин П.К. Психическая форма отражения действительности // Ленинская теория отражения и современность / Под ред. Т. Павлова. София: Наука и искусство, 1969. С. 109–139.
5. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. Избранные труды. М.: Медицина, 1998.
6. Афтанас Л.И. Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. Новосибирск: СО РАМН, 2000.
7. Афтанас Л.И., Рева Н.В., Варламов А.А. и др. Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 2003. Т. 53. № 4. С. 485.
8. Беленков Н.Ю. Принцип целостности в деятельности мозга. М.: Медицина, 1980.
9. Бериташвили И.С. Об образной психонервной деятельности животных. Третьи Сеченовские чтения, 1966.
10. Костандов Э.А., Курова Н.С., Черемушкин Е.А. и др. Пространственная синхронизация ритмов ЭЭГ тета- и альфа-диапазонов при неосознаваемой установке на восприятие эмоционального выражения лица // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 2008. Т. 58. № 6. С. 678–687.
11. Кузин В.С., Слезин В.Б. Гипотеза голографического звуковидения у китообразных. Некоторые проблемы биологической кибернетики / Под ред. А.И. Берг. Л.: Наука, 1972. С. 104–109.
12. Ленин В.И. Соч. Изд. 4. Т. 38.
13. Ливанов М.Н., Думенко В.Н. Нейрофизиологический аспект исследований системной организации деятельности головного мозга // Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга / Под ред. П.В. Симонова. М.: Наука, 1989. С. 229–248.
14. Павлов И.П. Динамическая стереотипия высшего отдела головного мозга // Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной (деятельности поведения) животных. М.: Медгиз, 1951. С. 397–400.
15. Правдивцев В.А. Эфферентно-афферентная конвергенция в системной организации двигательных актов: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М.: НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, 1992.
16. Пратусевич Ю.М., Сербиненко М.В., Орбачевская Т.Н. Системный анализ процесса мышления. М.: Медицина, 1989.
17. Свидерская Н.Е., Таратынова Г.В., Кожедуб Р.Г. ЭЭГ-корреляты изменения стратегии переработки информации при зрительном воображении // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 2005. Т. 55. № 5. С. 624.
18. Свидерская Н.Е., Таратынова Г.В., Кожедуб Р.Г. Влияние навыка формирования зрительных образов на пространственную организацию ЭЭГ // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 2005. Т. 55. № 6. С. 812.

19. Свидерская Н.Е., Антонов А.Г. Влияние индивидуально-психологических характеристик на пространственную организацию ЭЭГ при невербально-дивергентном мышлении // Физиология человека. 2008. Т. 34. № 5. С. 34–43.
20. Сеченов И.М. Впечатление и действительность. Избр. произв. М.: Учпедгиз, 1953.
21. Сеченов И.М. Избр. философ. и психол. произведения. М.: Госполитиздат, 1947. С. 329–330.
22. Симонов П.В. Избр. труды. Т. 1. Мозг: эмоции, потребности, поведение / Отв. ред. И.А. Шевелев. М.: Наука, 2004.
23. Судаков К.В. Голографический принцип системной организации процессов жизнедеятельности // Успехи физиол. наук. 1997. Т. 28. № 4. С. 3–32.
24. Судаков К.В. Рефлекс и функциональная система. Новгород: Изд. НовГУ, 1997.
25. Судаков К.В. Доминирующая мотивация. М.: Изд-во РАМН, 2004.
26. Судаков К.В. Теория функциональных систем и ее применение в физиологии и медицине // Журнал Новости медико-биол. наук. Минск: 2004. № 4. С. 109–133.
27. Судаков К.В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем. Избр. труды. М.: ГУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, 2007. С. 135–173.
28. Судаков К.В. Информационный эмоциональный резонанс. М.: РИЦ МГТУ им. М.А. Шолохова. 2008.
29. Талбот М. Голографическая вселенная. М.: София, 2004.
30. Тинберген Н. Поведение животных. М.: Мир, 1969.
31. Узнадзе Д.Н. Экспериментальные основы психологии установки. Экспериментальные исследования по психологии установки. Тбилиси: Изд. АН ГССР, 1958. С. 5–126.
32. Ухтомский А.А. Собр. соч. в 6 т. Т. 1. Л., 1950. Т. 2. Л., 1952.
33. Шамаев Н.Н. Импульсивная активность нейронов орбитальной коры и латерального гипоталамуса при пищевом поведении // Нейроны в поведении: системные аспекты. М.: Наука, 1986. С. 35–43.
34. Шульгина Г.И. Синхронизация ритмов ЭЭГ и голографическая теория памяти // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 1997. Т. 47. Вып. 5. С. 878–888.
35. Bohm D.J. Wholeness and the implicate order. L.: Routledge and Kegan Paul., 1980.
36. Bohm D.J. A new theory of the relationship of mind and Matter // Journ. of the American Society of Psychical Research. 1986. V. 80. № 2. P. 128.
37. MacDonnel M.F., Flynn J.F. Control of sensory fields by stimulation of hypothalamus // Science. 1966. V. 3727. № 152. P. 1406–1408.
38. Lorenz K. Die Entwicklung der Vergleichenden Verhaltensforschung den letzten Jahren // Zool. Anzeiger. 1953. Suppl. 17. P. 36–58.
39. Pribram K. The brain, the telephone, the thermostat, the computer and the Hologram // Cognition and brain theory. 1981. V. 4. № 2. P. 105–122.
40. Westlake P.R. Theory of brain functioning detailed investigation of the neural holographic processes: Dissert. L. Angel. Univ. of Calif., 1969.

FROM I.M. SECHENOV TO MODERN CONCEPTIONS ON SYSTEM ORGANIZATION OF PSYCHIC ACTIVITY

K. V. Sudakov

Academician of RAMS, Doctor of Medicine, professor, head of department of system mechanisms of emotional stress, research institute of Normal Physiology after P.K. Anokhin, RAMS, Moscow

I.M. Sechenov's idea about adequate reflection of reality by brain in the form of images or signs congruent to objects and phenomena of outer world are confirmed on the basis of P.K. Anokhin's theory of functional systems. It is shown that in the process of subjects' inner needs satisfaction the objects of reality are imprinted in the form of their informational equivalents on the structures of acceptors of action's results of functional systems of psychic activity. "Imprints of reality" are extracted according to holographic principle by dominant motives without the loss of informational significance of the results which are contented to subjects' initial needs. System modeling of psychic activity reveals the mechanism of adequate reflection of reality by the brain.

Key words: I.M. Sechenov, image of reality, informational equivalents of reality, emotions, motivation, acceptor of the result of activity, holographic principle.