

К.В. Судаков

Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина РАМН, Москва
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

Информационные аспекты системной организации психической деятельности

В статье на основе теории функциональных систем, предложенной П.К. Анохиным, развиваются теоретические положения об информационных механизмах системной организации психической деятельности. Автор исходит из представлений действительности. Им постулирована концепция о дискретных системоквантах психической и поведенческой деятельности (от потребности к ее удовлетворению), и развиты представления об информационных эквивалентах потребности и их удовлетворении. Показано, что информационные эквиваленты потребности и их удовлетворения отпечатываются на структурах акцепторов действия в форме динамических информационных образов. На структурно-функциональной основе акцепторов результатов действия формируются информационные системокванты, постоянно контролируемые их проявление в поведенческих системоквантах. Информационные системокванты опережающе извлекаются доминирующими мотивациями и сопровождаются отрицательными эмоциями потребностей и положительными эмоциями их удовлетворения. Приведенные в статье материалы подтверждают предвидение И.П. Павлова о возможном слиянии материальных и идеальных процессов в психической деятельности человека.

Ключевые слова: системоквант, акцептор результатов действия, нейрон, блокаторы синтеза белка.

Современные нейронауки в России теснейшим образом связаны с именами выдающихся ученых — И.М. Сеченова, И.П. Павлова, В.М. Бехтерева, А.А. Ухтомского и П.К. Анохина. Они заложили основы интегративной физиологии целого организма.

Основоположником современной нейронауки с полным основанием можно считать В.М. Бехтерева, который совершенно отчетливо понимал, что успехи в лечении нервных и психических заболеваний нервной системы невозможны без комплексных фундаментальных исследований строения и функций нервной системы в норме и при патологии. В Австрии он организовал международное общество неврологов, развитию которого в Европе, по-видимому, помешала Первая мировая война, а в России — Октябрьская революция.

Интегративное направление нейронаук отчетливо просматривается в приоритетной отечественной теории

функциональных систем, предложенной П.К. Анохиным [1, 2].

Функциональные системы — динамические, саморегулирующиеся построения, все составные компоненты которых взаимодействуют с целью достижения полезных для организма приспособительных метаболических, гомеостатических и поведенческих результатов [3, 4].

Теория функциональных систем рассматривает внутренние механизмы церебральной организации психической деятельности человека и животных, определяющих их результативную, целенаправленную деятельность.

Церебральная архитектура функциональных систем поведенческих и психических актов, по П.К. Анохину, включает последовательно динамически развертывающиеся стадии: афферентный синтез, принятие решения, предвидение потребных результатов (акцептор резуль-

K.V. Sudakov

P.K. Anokhin Scientific-Research Institute of Normal Physiology
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

The informative mechanisms of systemic organization of psychic activity

In this review on the basis of functional systems theory developed by P. Anokhin theoretical approaches to informative mechanisms of systemic organization of psychic activity are presented. Author formulates the conception on discrete system quanta of psychic and behavioral activity from needs to its satisfaction and develops its informative equivalents. It was shown that informative equivalents of needs and its satisfaction are reflected in structures of action acceptors in the form of dynamic informative images. On the basis of acceptors of results of action informative systemic quanta are developed which constantly control its manifestation in behavioral systemic quanta. Informative systemic quanta are extracted in advance by predominate motivations and are associated with negative emotions of needs and positive emotions of their satisfaction. The content of this review confirms I.P. Pavlov's foresight on possible confluence of material and idealistic processes in psychic human activity.

Key words: theory of functional systems, acceptor of activity results, back afferentation, systemic quanta of psychic activity.

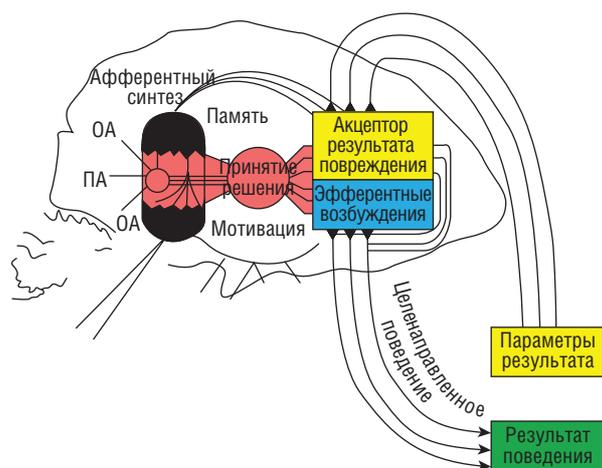


Рис. 1. Церебральная архитектура функциональной системы, определяющая результативную психическую деятельность. ОА — обстановочная афферентация. ПА — пусковая афферентация.

татов действия), эфферентный синтез, действие и постоянную оценку параметров, достигаемых субъектами потребных результатов акцептором результатов действия посредством обратной афферентации (рис. 1).

Кроме того, в функциональные системы, формирующие психическую деятельность, включаются внутренние звенья, определяющие на основе саморегуляции оптимальное состояние различных гомеостатических показателей организма. В результате, на указанных системных церебральных и периферических механизмах строятся психические процессы, направленные на удовлетворение внутренних потребностей организма и его адаптацию к многочисленным факторам внешней среды.

По существу, целостный организм представляет собой гармоническое взаимодействие множества функциональных систем молекулярного, клеточного, органного, поведенческого и психического уровней, связанных между собой принципами доминирования, мультипараметрического и последовательного взаимодействия [5]. При этом динамика построения системной архитектуры психической деятельности строится открытыми нами дискретными системоквантами: от потребности к ее удовлетворению [6].

Каждый системоквант психической деятельности исходно формируется на основе внутренней потребности субъектов, включает целенаправленное поведение и завершается при достижении субъектами результата, удовлетворяющего эту потребность. Системокванты психической деятельности при благоприятных обстоятельствах могут сразу определять достижение субъектами полезного для их жизнедеятельности результата или включать ряд промежуточных результатов, в определенной степени удовлетворяющих или неудовлетворяющих исходные потребности. В динамике развертывания системоквантов психической деятельности с помощью обратной афферентации осуществляется постоянная оценка акцепторами результатов действия параметров исходной потребности и достигаемых субъектами результатов.

В системоквантах ведущая роль принадлежит мотивациям и подкреплению, а также эмоциям. Все биологические и социальные потребности и формируемые на их основе мотивации сопровождаются отрицательной эмоцией. При успешном достижении организмом потребного результата формируется положительная эмоция.

При недостижении потребного результата усиливается отрицательная эмоция, перестраивается афферентный синтез функциональной системы, и вся ее скорректированная церебральная архитектура определяет достижение потребного результата.

В научных публикациях последних лет отчетливо просматривается возрастающий интерес к так называемой нейроинформатике, ориентирующейся на исследование таких когнитивных функций головного мозга, как обучение, восприятие, память, эмоции, сознание и мышление [7]. Однако общей информационной теории психической деятельности до сих пор не существует.

Информация в общем смысле возникает при взаимодействии неживых предметов, живых существ с неживыми предметами, живых существ между собой и между их сообществами. Информация также проявляется между сообществами и окружающими их космическими процессами. Теория функциональных систем организма, предложенная П.К. Анохиным, позволила приблизиться к пониманию роли информационных процессов в организации системной архитектуры психической деятельности.

Информация тесно связана с ее носителями (материальными физико-химическими процессами), их соотношениями и зависит от заключающейся в них энергии. Нами сформулированы представления о циклических двусторонних взаимоотношениях материи, энергии и информации. Это значит, что в определенных условиях в качестве первичной причины психической деятельности могут выступать материальные и энергетические факторы, а в других случаях — информационные [8].

Информационные процессы в функциональных системах получили новую интерпретацию после того, как в 1969 г. П.К. Анохин ввел понятие «информационный эквивалент объектов действительности» [9]. Под информационным эквивалентом объекта П.К. Анохин понимал передачу информации о свойствах объекта в различных звеньях живого организма, технических устройствах без ее потери, несмотря на смену физико-химических носителей, до конечного звена приема информации включительно.

В функциональных системах, определяющих поведение и психическую деятельность, постоянно в виде информационных эквивалентов циркулирует информация о потребности и ее удовлетворении. Оценка этой информации непрерывно осуществляет акцептор результатов действия. При возникновении внутренней потребности информация об ее параметрах в форме информационного эквивалента посредством доминирующей мотивации отпечатывается в виде информационного образа на структурах акцептора результатов действия.

При удовлетворении потребности информация о параметрах результатов деятельности также поступает к структурам акцептора результатов действия, где взаимодействует с информационными отпечатками, ранее сформированными исходной потребностью. В результате, на основе физиологических механизмов акцепторов результатов действия и информационных эквивалентов потребностей и их удовлетворения строятся информационные системокванты.

Информационные системокванты постоянно с помощью обратной афферентации контролируют параметры промежуточных и конечных результатов поведения, направленного на удовлетворение каждой исходной потребности (рис. 2).

Кроме того, информационные системокванты после обучения субъектов с опережением извлекаются доминирующими мотивациями, формируя целенаправленное поведение.

Наряду с доминирующими мотивациями извлечение информационных системоквантов из акцепторов результатов действия осуществляют также специальные внешние, условно рефлекторные (пусковые) и обстановочные воздействия, память, и особенно различные инструкции.

Динамика взаимодействия информации о потребности и ее удовлетворении непрерывно сопровождается информационным эмоциональным компонентом: отрицательной эмоцией при возникновении потребности и ее неудовлетворении и, наоборот, положительной эмоцией при удовлетворении исходной потребности, а также при предвидении потребного результата.

Церебральная архитектура функциональных систем, осуществляющая психическую деятельность человека, строящаяся на морфофункциональной материальной основе, таким образом, представляет динамику информационных идеальных процессов, разыгрывающихся на структурах акцепторов результатов действия.

С позиций внешних наблюдателей психическая деятельность человека оценивается по результатам его поведенческой деятельности. Внутренняя системная архитектура психической деятельности оценивается субъективно с помощью эмоций. Акцептор результатов действия в каждой функциональной системе представляет широко разветвленную по структурам головного мозга организацию.

Обратная афферентация о параметрах достигаемых субъектами потребных результатов в функциональных системах, как правило, является многоканальной. Она может поступать к мозгу по interoцептивным, зрительным, слуховым, тактильным, обонятельным и другим афферентным каналам. Все это обуславливает то, что в каждой функциональной системе на структурах акцепторов результатов действия создается свой, специфический информационный геометрический образ, который динамически меняется при изменении параметров достигаемых субъектами адаптивных результатов [10].

Эти информационные образы обогащаются в динамике поведенческой деятельности субъектов, направленной на удовлетворение их исходных потребностей. В результате формируется виртуальное отражение действительности. Можно думать, что вся действительность так же, как и внутреннее состояние, динамически отражается информационными системоквантами акцепторов результатов действия. Мы предполагаем, что геометрические информационные образы акцепторов результатов действия в функциональных системах представлены динамическими голограммами [11]. На это указывают паттерны межимпульсных интервалов отдельных нейронов, включенных в доминирующие мотивации и их удовлетворение [12].

В этих процессах наряду с активностью нейронов головного мозга существенная роль принадлежит информационным молекулам — дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) кислотам, жидким средам и биологически активным веществам, в частности олигопептидам [13]. Однако указанные механизмы требуют дальнейшего изучения.

Проведенные нашими сотрудниками эксперименты показали, что информационная сторона жизнедеятельности тесно связана с информационными механиз-

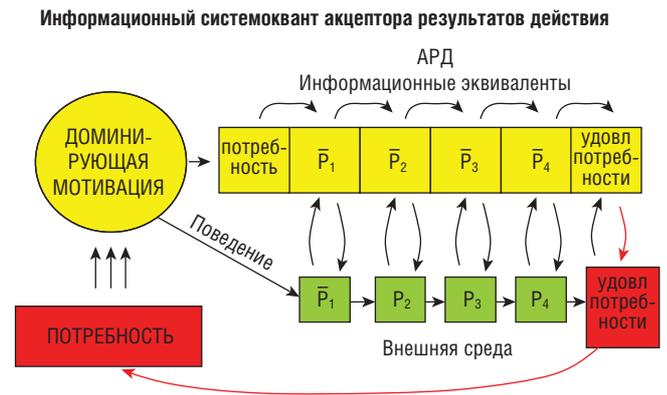


Рис. 2. Параметры результатов поведенческого системокванта постоянно сравниваются с информационными параметрами ранее сформированного информационного системокванта акцептора результатов действия. P_1-P_4 — параметры результатов поведения. $\bar{P}_1-\bar{P}_4$ — параметры информационного системокванта.

мами деятельности генома нейронов головного мозга, участвующих в формировании биологических мотиваций у животных [14]. Мы изучали действие блокаторов синтеза белка на рибосомах (циклогексимида, пурамицина и 8-азагуанина) при их введении в боковые желудочки головного мозга на поведение кроликов, обусловленное врожденными дефинитивными мотивациями, вызванными электрическим раздражением мотивационных центров гипоталамуса. Было установлено, что блокаторы синтеза белка на стадии трансляции не оказывали действия на проявление ориентировочно исследовательских реакций у нативных животных. Однако, если вслед за раздражением латерального гипоталамуса животным давали пищу, которую они немедленно употребляли, блокаторы синтеза белка и, в частности, циклогексимид, блокировали пищедобывательные мотивации.

Во всех опытах, когда вслед за электрическим раздражением мотивационных центров латерального гипоталамуса животные употребляли пищу, у них формировался акцептор результатов действия пищедобывательной мотивации, на который блокаторы синтеза белка на рибосомах оказывали блокирующее действие.

Такое же блокирующее действие акцептор результатов действия на проявление пищевой мотивации оказывал актиномицин Д — блокатор стадии транскрипции. Таким образом, блокировалась вся цепочка геномных событий — от транскрипции до стадии трансляции белковых молекул на рибосомах. Характерно, что если на фоне блокирующего действия циклогексимида животным в боковые желудочки мозга вводили олигопептид (пентагастрин), электрическое раздражение «центра голода» латерального гипоталамуса начинало вызывать пищевую мотивацию животных.

Аналогичная картина наблюдалась при исследовании изменений импульсной активности отдельных нейронов дорсального гиппокампа при электрическом раздражении «центра голода» латерального гипоталамуса.

Циклогексимид при введении в ипсилатеральный боковой желудочек мозга или при микроионофоретическом подведении к отдельным нейронам дорсального гиппокампа блокировал их ответы на электрическую стимуляцию латерального гипоталамуса. Однако, если на фоне действия циклогексимида к нейронам дорсального гиппокампа подводили пентагастрин, то нейрон немед-

ленно начинал реагировать на раздражение мотивационного центра латерального гипоталамуса.

При этом действие пентагастрина, по-видимому, распространялось как непосредственно на пирамидные нейроны, в которых осуществлялась переработка возбуждений на стадии афферентного синтеза, и реализовывался механизм принятия решений, так и на вставочные нейроны, формирующие аппарат акцептора результатов действия (рис. 3).

Как известно, И.П. Павлов мечтал о том времени, «когда физиологическое и психическое, объективное и субъективное действительно сольются...»

«...представляет, как мне кажется, — пишет И.П. Павлов, — особый интерес своей основной, по-моему, совершенно оправдываемой, тенденцией — наложить, так сказать, явления так называемой психической деятельности на физиологические факты, т.е. слить, отождествить физиологическое с психологическим, субъективное с объективным, что, по моему убеждению, составляет важнейшую современную научную задачу» [15].

Мечта И.П. Павлова сбылась: субъективное и объективное слились в системной организации психической деятельности. Выявленные нами информационные системокванты системной организации психической деятельности имеют не только общетеоретическое значение. Открываются новые инновационные перспективы разработки фармакологических лекарственных препаратов, избирательно действующих только на информационные механизмы деятельности голов-

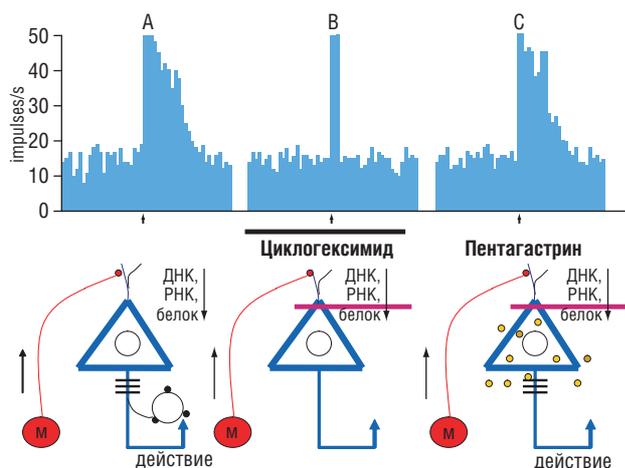


Рис. 3. Схема блокады циклогексими́дом пищевого поведения и импульсной активности нейрона дорсального гиппокампа, вызванного электрическим раздражением «центра голода» латерального гипоталамуса, и его восстановления при подведении пентагастрина.

ного мозга и не повреждающих физико-химические механизмы.

Одним из таких подходов является также применение слабых электромагнитных и других излучений, избирательно действующих только на эмоциональную субъективную составляющую системной организации психической деятельности [16].

REFERENCES

1. Anokhin P.K. Uzlovye voprosy teorii funktsional'noi sistemy. M.: Nauka. 1980.
2. Sudakov K.V. Funktsional'nye sistemy. M.: Izd. RAMN. 2011.
3. Anokhin P.K. Biologiya i neirofiziologiya uslovnogo refleksa. M.: Meditsina. 1968.
4. Sudakov K.V. Izbrannyye trudy. Razvitie teorii funktsional'nykh sistem. M.: 2007.
5. Sudakov K.V. Teoriya funktsional'nykh sistem: postulaty i printsipy postroyeniya organizma cheloveka v norme i pri patologii. Zhurnal Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya. 2007; 4: 2–11.
6. Sudakov K.V. Sistemokvanty — diskretnyye edynitsy dinamicheskoi deyatel'nosti funktsional'nykh sistem. Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki. 2005; 1: 48–59.
7. Ostrovskii M.A. Aktual'nye napravleniya sovremennoi nauki o mozge. M.: Izd. Mosk. Un-ta. 2010.
8. Sudakov K.V. Informatsionnyi fenomen zhiznedeyatel'nosti. M.: RMAPO. 1999.
9. Anokhin P.K. Psikhicheskaya forma otrazheniya deistvitel'nosti. Leninskaya teoriya otrazheniya i sovremennost'. Pod red. T. Pavlova. Sofiya: Nauka i iskusstvo. 1969.
10. Sudakov K.V. Informatsionnaya teoriya sistemnoi deyatel'nosti golovnogogo mozga. Vestnik RAMN. 2011; 11: 3–12.
11. Sudakov K.V. Golograficheskoe postroyenie integrativnoi deyatel'nosti golovnogogo mozga. Izvestiya RAN. Seriya biol. 2012; 1: 61–71.
12. Sudakov K.V. Dominiruyushchaya motivatsiya. M.: iz-vo RAMN: 2004.
13. Sudakov K.V. Oligopeptidy v sistemnykh mekhanizmax povedeniya. Fiziologicheski aktivnyye peptidy. Pushchino: 1988.
14. Sudakov K.V. Genom i oligopeptidy v sistemnykh mekhanizmax obucheniya. 3-i Pavlovskie chteniya. Ryazan': 1989.
15. Pavlov I.P. Otvet fiziologa psikhologam. V kn.: Dvadsatiletnii opyt ob"ektivnogo izucheniya vysshei nervnoi deyatel'nosti (povedeniya) zhivotnykh. M.: Med. Giz. 1951.
16. Sudakov K.V. Deistvie modulirovannogo elektromagnitnogo polya na emotsional'nyi komponent sistemnoi organizatsii povedencheskikh aktov u krysa. Ross. fiziol. zhurn. im. I.M. Sechenova. 1997; T.83, 9: 12–21.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Судаков Константин Викторович, профессор, академик РАМН, заведующий Отделом социальной физиологии имени П.К. Анохина РАМН, заведующий кафедрой нормальной физиологии 1-го Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова.
Адрес: 119992, Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 4
Тел.: (495) 629-70-45
E-mail: ksudakov@mail.ru