

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СОЗНАТЕЛЬНОГО ВЕРБАЛЬНО-СМЫСЛОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ШКОЛЕ Е.И. БОЙКО И СОВРЕМЕННАЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ СОЗНАНИЯ

Н.И. ЧУПРИКОВА



Чуприкова Наталья Ивановна — главный научный сотрудник Психологического института РАО, руководитель группы психологии развития познавательных процессов, доктор психологических наук, профессор, известный специалист в области психофизиологии человека и общей психологии. Автор более 140 научных трудов, среди которых монографии: «Слово как фактор управления в высшей нервной деятельности человека» (1967), «Психика и сознание как функция мозга» (1985), «Умственное развитие и обучение» (1995, 2003), «Умственное развитие: принцип дифференциации» (1997, 2007).

Резюме

В свете современных представлений о психофизиологии сознания и о центральных управляющих процессах рассматриваются результаты исследований школы Е.И. Бойко, посвященных психофизиологическим механизмам вербально-смыслового управления психическими процессами у человека. Описан оригинальный психофизиологический метод тестирующего стимула, позволяющий операционализировать метафору И.П. Павлова о наличии в работающем мозге человека «светлых пятен сознания». Показано, что при осуществлении сознательной целенаправленной деятельности в коре мозга человека действительно возникают очаги избирательно локально повышенной возбудимости. Они создаются в результате синтеза и интеграции двух потоков возбуждений — со стороны действующих раздражителей и со стороны управляющих воздействий второй сигнальной системы. Показано, что «светлым пятнам сознания» часто сопутствуют «темные пятна» в виде корковых очагов локально пониженной возбудимости. Такие очаги возникают в проекциях irrelevantных для целенаправленной деятельности раздражителей. Показано, что метод тестирующего стимула позволяет измерить интенсивность «светлых» и «темных пятен сознания», проследить их становление во времени.

Ключевые слова: *центральные управляющие процессы, предварительные инструкции, сознание, метод тестирующего стимула, «светлые пятна сознания», «темные пятна сознания», корковые очаги локально повышенной и пониженной возбудимости*

Осуществление человеком целенаправленного сознательного поведения предполагает взаимодействие и интеграцию возбуждений, поступающих в мозг со стороны наличных объектов и со стороны высших управляющих процессов. В большом числе жизненных ситуаций и в лабораторных условиях направление действия управляющих процессов детерминируется словесными инструкциями и указаниями (или самоинструкциями), предписывающими, что именно нужно делать в отношении воспринимаемых раздражителей.

Например, в соответствии с полученной инструкцией человек может взять только какой-либо один определенный предмет из множества других, находящихся перед ним (причем даже самый малозаметный), рассмотреть этот предмет, сравнить с какими-либо другими, запомнить его, произвести с ним какое-либо действие и т. д. и т. п.

В современной когнитивной психологии эта проблематика исследуется в рамках представления о взаимодействии и интеграции процессов обработки информации, идущих «снизу вверх» и «сверху вниз».

В физиологии мозга взаимодействие и интеграция нервных импульсаций, приходящих к каким-либо областям мозга «снизу вверх» и «сверху вниз», рассматривается как один из возможных механизмов сознания человека.

Еще в XIX веке немецкий врач Кцольбе, интересовавшийся философскими вопросами, полагал, что в

нервной системе возникает обратное движение нервного тока и именно оно составляет механизм сознания. Кцольбе считал, что прямое движение нервного тока, вызванное воздействием объектов на органы чувств, представляет собой своего рода изображение внешнего мира. А когда в те же самые точки, пункты нервной системы, по которым происходило прямое движение тока, приходит его обратное движение, то происходит соединение внешнего и нашего внутреннего и рождается то общее свойство или качество всех видов духовной деятельности, которое называют сознанием.

В наше время Дж. Эделмен, предлагая теоретическую модель деятельности мозга, вводит в нее механизм *повторного входа*, когда сигнал, возникший внутри системы, вновь адресуется к начальным звеньям канала его обработки (Эделмен, Маунткасл, 1981). Он считает этот механизм условием сознательного восприятия и склоняется к мысли, что в своих наиболее изощренных формах такие модели, вероятно, потребует элементов, способных к речи, хотя возможно, что речь не всегда обязательна для их появления.

К той же общей идее обращается Ф. Крик. Он пишет: «До сих пор мы не располагаем каким-либо описанием сознательного восприятия, которое осветило бы наш непосредственный опыт такого восприятия. Как можно полагать, такие феномены основаны на том, что пути вычислений¹ действуют каким-то образом

¹ Ф. Крик рассматривает вопрос о вычислительных операциях, которые должен выполнить мозг, чтобы мы видели предметы так, как мы их видим.

сами на себя, но, как именно это происходит, неизвестно... Эта центральная проблема ускользает от решения...» (Крик, 1982, с. 260).

О возврате возбуждений по центральным путям в места их первичных проекций говорит в своих работах А.М. Иваницкий (Иваницкий, 2001). С его точки зрения, такой возврат является существенно важным элементом интегративной деятельности мозга человека, связанным с возникновением осознанных ощущений, которые он называет «субъективными». А.М. Иваницкий солидаризируется с высказанным в литературе мнением (В.М. Сергин), что данный механизм лежит в основе феномена «внутреннего видения», составляющего суть сознания.

Применительно к эффектам сознательного произвольного внимания механизм встречи двух потоков возбуждения постулировался У. Джемсом в виде схемы, демонстрирующей воздействие на нервную клетку с двух сторон. «В то время как предмет воздействует на нее извне, другие нервные клетки действуют на нее изнутри. Для полной активности данной нервной клетки необходимо взаимодействие обоих факторов» (Джемс, 1976, с. 62).

В литературе проблема физиологических механизмов сознания связывается не только с представлением об интеграции и синтезе потоков возбуждений, приходящих к каким-то нервным образованиям «снизу» и «сверху», но и с известной метафорой И.П. Павлова о «светлом пятне сознания» как о постоянно передвигающемся по коре полушарий участке с максимальной возбудимостью (Симонов, 1990; Иваницкий, 2001).

Напомним высказывание И.П. Павлова: «Если бы можно было видеть сквозь черепную крышку и если бы место больших полушарий с оптимальной возбудимостью светилось, то мы бы увидели на думающем сознательном человеке, как по его большим полушариям передвигается постоянно изменяющееся в форме и величине причудливо неправильных очертаний светлое пятно, окруженное на всем остальном пространстве полушарий более или менее значительной тенью» (Павлов, 1950, с. 72).

Метафора И.П. Павлова в принципе вполне может быть согласована с представлением о механизмах сознания как процессах «повторного прихода» возбуждений к определенным нервным структурам, ранее возбужденным со стороны прямых сенсорных афферентаций. Если принять, что на каких-то нервных структурах сходятся и конвергируют два потока возбуждений — прямой и центральный (повторный), то эти нервные структуры должны приобретать определенные физиологические преимущества по сравнению со структурами, только однажды возбужденными, должны характеризоваться более сильной степенью возбудимости и поэтому должны «выделяться» на фоне остальных структур. Поэтому они могут быть носителями «светлых пятен сознания».

Названные теоретические подходы к пониманию возможной физиологической природы сознательных психических процессов человека представляются достаточно обоснованными. Но конкретные механизмы таких процессов остаются очень мало изученными. Их изучение

должно стать одной из важнейших задач будущей психофизиологии и физиологии высшей нервной деятельности человека. В этой связи хочется привлечь внимание к результатам исследований, которые целенаправленно проводились в 1950–70-е годы в школе Е.И. Бойко. Был разработан оригинальный психофизиологический метод исследования, позволивший фактически выявить действительное существование в работающем мозге человека локальных «светлых пятен сознания» (как и «темных пятен» в виде участков локально пониженной возбудимости), измерить их интенсивность, проследить их становление во времени. Теоретический замысел исследования и интерпретация полученных данных основывались на представлении о необходимости встречи и интеграции нескольких потоков возбуждений в определенных мозговых проекциях воспринимаемых раздражителей — возбуждений, вызываемых воспринимаемыми объектами, и центральных возбуждений, начало которым дают словесные инструкции, предписывающие определенный образ действий и операций в отношении воспринимаемого материала.

Чтобы сделать понятным замысел и теоретический смысл большого цикла экспериментальных исследований, осуществленных в школе Е.И. Бойко, и оценить в исторической перспективе значение их результатов, приведем цитату из статьи Е.И. Бойко, в которой были сформулированы предмет, цели и задачи предпринятого исследования.

«До сих пор прямому физиологическому анализу подвергались

лишь сравнительно элементарные условнорефлекторные процессы, а более сложные формы мозговой деятельности хотя и воспроизводились в эксперименте, но в основном подлежали сугубо предварительным физиологическим интерпретациям. Иначе говоря, на них с большей или меньшей степенью вероятности переносились данные и понятия, выработанные в опытах на животных. Такое положение вещей совершенно закономерно и на первых порах неизбежно, но успех дела при этом возможен лишь в определенных границах, за которыми начинается область неизвестного. К этой именно области и относятся специально человеческие реакции, управляемые высшими психическими процессами. Важнейшая современная задача заключается в том, чтобы сделать эти процессы доступным “физиологическим объектом”, т. е. разработать такие методические приемы, посредством которых они могли бы подвергнуться вполне объективному научному анализу» (Пограничные проблемы..., 1961, с. 21).

Итак: цель экспериментальных исследований, предпринятых в школе Е.И. Бойко, была четко определена и состояла в том, чтобы подвергнуть объективному физиологическому анализу более сложные формы мозговой деятельности человека по сравнению с относительно более простыми условнорефлекторными процессами.

Для этого, во-первых, нужно было выбрать для изучения такие формы поведения человека, которые требовали бы для своего осуществления обязательного участия более сложных, чем условнорефлекторные, форм

мозговой активности. Во-вторых, чтобы сделать эти более сложные формы поведения и более сложные формы мозговой деятельности прямым объектом физиологического исследования, необходимо было разработать новые адекватные этому объекту методы исследования.

В качестве подлежащих физиологическому изучению форм поведения были выбраны разного рода реакции человека, осуществляющиеся в соответствии с предварительными словесными инструкциями. Задачей исследования было выявление и изучение их внутренних центральных механизмов.

Как хорошо известно, И.П. Павлов считал, что только самые общие основы высшей нервной деятельности и только самые элементарные явления этой деятельности могут быть одинаковыми у животных и людей, что в нервной деятельности человека должны существовать специальные законы, характеризующие работу второй сигнальной системы, связанной с обобщающей и отвлекающей функцией слова и являющейся высшим регулятором поведения человека. Но эти идеи И.П. Павлова не получили серьезного развития. Физиология высшей нервной деятельности до сих пор остается по преимуществу физиологией высшей нервной деятельности животных.

Вместе с тем в отечественной психологии справедливо принято считать, что произвольность и сознательность поведения человека связаны с его способностью подчинять свое поведение словесным указаниям других людей и своим собственным самоинструкциям. Такая способность, по данным многих работ,

в частности, проведенных под руководством А.Р. Лурии (Проблемы..., 1956, 1958), формируется в более или менее развитом виде у детей не ранее четырех-пяти лет. Однако вопрос о том, как и почему словесные инструкции могут подчинять себе поведение человека, какими механизмами это подчинение осуществляется, оставался малоисследованным и практически открытым. Это дало основание П.К. Анохину заметить, что, хотя в экспериментах на человеке широко используются словесные инструкции, не делалось попыток понять, что такое инструкция в физиологическом плане, какое место она занимает в системе механизмов поведения, создаваемых при ее посредстве (Анохин, 1958, с. 220).

Постановка этого вопроса стала одной из центральных в экспериментальных исследованиях лаборатории Е.И. Бойко.

Эксперименты проводились на установке, получившей в институте название «пульт Бойко».

Перед испытуемым находилась большая вертикальная панель с 36 маленькими электрическими лампочками, образующими шесть горизонтальных и шесть вертикальных пересекающихся рядов. Экспериментатор имел возможность зажигать любые лампы панели по одной или комплексами, одновременно или последовательно, варьируя длительность вспышек и интервалы между ними, когда лампы вспыхивали последовательно. Согласно получаемым инструкциям, испытуемые при вспышках ламп осуществляли самые разные операции: выделяли вниманием все сигнализируемые или только некоторые лампы, запоминали

местоположение всех вспыхивавших или только некоторых ламп, сравнивали комплексы ламп между собой, нажимали на ключ правой рукой при вспышках одних ламп и воздерживались от реакций при вспышках других и т. п.

В силу соматотопичности проекции сетчатки на зрительную кору каждой лампе панели соответствуют определенные, достаточно локальные пункты центральных отделов зрительного анализатора. Таким образом, корковые области зрительного анализатора представляют собой своего рода экран, каждой точке которого соответствуют определенные точки сетчатки и определенные точки объективного пространства. Поэтому, зажигая разные лампы панели, можно избирательно локально (точечно) возбуждать разные пункты не только сетчатки, но и зрительной коры. Если же просить испытуемого при вспышках ламп совершать какие-либо простые реакции, например, нажимать рукой на ключ, то по времени этих реакций можно судить о функциональном состоянии тех пунктов анализатора, куда адресуются посланные к ним сигнальные вспышки: чем время реакции короче, тем при прочих равных условиях выше возбудимость соответствующих пунктов, чем длиннее — тем она ниже. Методическая находка лаборатории Е.И. Бойко состояла в использовании этой возможности для выявления и измерения состояний локальной возбудимости разных пунктов зрительного анализатора во время и в результате осуществления испытуемым различных предписываемых инструкцией операций с предъявляемыми вспышками ламп.

Чтобы узнать, что происходит в разных пунктах зрительного анализатора, когда испытуемый осуществляет различные операции с предъявляемыми зрительными сигналами (выделяет вниманием какие-либо лампы, запоминает их, сравнивает между собой и т. п.), экспериментатор на разных интервалах времени после подачи сигналов к первой реакции (от 50–100 мс до нескольких секунд) вновь зажигает какую-либо лампу панели. Независимо от того, какая это лампа, испытуемый всегда в ответ на ее вспышку совершает одну и ту же двигательную реакцию — нажимает «как можно быстрее» правой рукой на ключ, на котором лежит его рука. По времени этих реакций можно судить о функциональном состоянии того пункта анализатора, куда была адресована соответствующая вспышка: чем время реакции короче, тем выше локальная возбудимость в данном пункте, чем длиннее — тем ниже.

Повторная вспышка может быть подана на любую из 36 ламп панели. Она может быть адресована как к тем же пунктам зрительного анализатора, которые ранее уже возбуждались вспышками ламп при осуществлении какой-либо операции с ними, так и к тем пунктам, к которым до этого никаких вспышек не поступало. Таким образом, сравнивая время реакций на одном и том же интервале на разные по местонахождению вспышки, можно буквально «увидеть» ту картину корковой мозаики, которая сложилась в зрительном анализаторе к моменту их подачи в результате осуществления разного рода операций с предыдущими вспышками ламп. Если же сравнивать время

реагирования на сигналы, адресуемые к какому-либо пункту анализатора на разных интервалах времени после подачи сигналов к первой операции, со вспышками ламп, можно «увидеть» временную динамику состояний локальной возбудимости в данном пункте анализатора при осуществлении данной операции. Этот новый метод исследования получил название *метода тестирующего стимула*. Тестирующий стимул работает как узконаправленный «зонд», позволяющий выявить мозаику и динамику состояний локальной возбудимости в разных пунктах зрительного экрана, складывающуюся в нем в процессе направляемых инструкцией актов аналитико-синтетической деятельности со зрительными раздражителями. Более подробно детали, модификации, теоретические основания, способы обработки данных и конкретные результаты применения метода тестирующего стимула изложены в ряде работ (Пограничные проблемы..., 1961; Бойко, 1964, 1976, 2002; Чуприкова, 1967, 1972, 2004, 2007; Познавательная активность..., 1989).

Полученные экспериментальные данные неизменно выявляли одну и ту же общую закономерность. Они свидетельствовали о том, что словесные сигналы предварительной инструкции направленно, избирательно видоизменяют («в своих интересах») локальное состояние возбудимости разных пунктов зрительного анализатора и тем самым в прямом смысле слова управляют процессами анализа и синтеза зрительных сигналов, усиливая действие одних раздражителей и подавляя действие других.

Опишем более подробно методику и результаты некоторых экспериментов.

«Светлые пятна сознания»

В экспериментах Н.И. Чуприковой на панели пульта последовательно с интервалом 1100 мс вспыхивали четыре пары ламп (длительность вспышки — 500 мс), составленные так, что между двумя зажигаемыми лампами, расположенными вертикально или горизонтально, оставалась одна незажигающаяся лампа (Чуприкова, 1967). Задача испытуемого состояла в том, чтобы выделить каждую такую лампу и запомнить ее местоположение. Таким образом, всего нужно было запомнить местоположение четырех невспыхнувших ламп. Одиночные тестирующие вспышки подавались на втором, третьем или четвертом месте парных последовательностей и адресовались экспериментатором либо к проекциям незагорающихся, но выбираемых ламп, либо к проекциям других незагоравшихся ламп, расположенных примерно на том же расстоянии от фиксированной точки, что и первые (о возможной замене комплексов на одиночные лампы, которые требуют нажатия на ключ правой рукой, испытуемый, естественно, заранее предупреждался; одиночные вспышки вместо парных комплексов подавались на всех местах последовательностей примерно с равной вероятностью). Сравнивалось время реакции (ВР) тестирующих реакций на вспышки незагоравшихся ламп, являвшихся или не являвшихся предметом сознания испытуемого при выполнении им заданной инструкции.

Это позволяло судить о возбудимости пунктов анализатора, к которым ни в одном, ни в другом случае вообще не поступало никаких зрительных афферентаций, кроме фоновых. Средние данные, полученные у десяти испытуемых, составили 625 мс для ВР, вызываемых с пунктов выбираемых негоревших ламп, и 736 мс для ВР с пунктов незажигавшихся индифферентных ламп. Эти различия тестирующих реакций по группе в целом оказались статистически значимыми по критерию Вилкоксона.

Таким образом, налицо явное влияние предварительной словесной инструкции, локально избирательно повышающей возбудимость определенных пунктов зрительного анализатора, благодаря чему именно предусмотренные содержанием инструкции лампы выделяются на фоне остальных (хотя к ним не поступало никаких дополнительных прямых зрительных возбуждений, кроме фоновых) и связываются между собой в последовательный комплекс.

«Темные пятна сознания»

Наличие второсигнальных влияний, локально понижающих возбудимость определенных пунктов анализатора, было показано в двух экспериментах Н.И. Чуприковой (Чуприкова, 1967).

В первом эксперименте на панели пульта последовательно вспыхивали четыре пары ламп, составленные одной яркой и одной тусклой вспышками. Длительность каждого парного сигнала составляла 500 мс, а пауза между ними — 1100 мс.

В первой серии экспериментов испытуемые, согласно инструкции,

должны были запомнить местоположение и последовательность всех сигнализируемых ламп, во второй серии — местоположение и последовательность только ярких вспышек, а в третьей — только тусклых. Тестирующие одиночные вспышки, ВР на которые измерялось, подавались с равной вероятностью вместо парных комплексов на втором, третьем и четвертом месте последовательностей (о чем испытуемые, естественно, предупреждались в начале эксперимента, когда получали инструкцию «реагировать как можно быстрее» на ключ правой рукой на каждую одиночную вспышку). Одиночные тестирующие вспышки, которые всегда были тусклыми, адресовались либо к пунктам анализатора, куда в составе предыдущего парного комплекса поступали возбуждения от ярких ламп, либо к индифферентным пунктам, куда в составе первого комплекса никаких зрительных возбуждений, кроме фоновых, не поступало. Сравнялось ВР тестирующих реакций в этих двух условиях в каждой из трех серий эксперимента. Полученные суммарные данные приведены в таблице 1 (по результатам десяти испытуемых для каждой серии).

Из таблицы 1 видно, что, когда лампы, сигнализируемые яркими вспышками, являются, согласно инструкции, объектом деятельности испытуемых, тогда локальная возбудимость в их мозговых проекциях повышена по сравнению с возбудимостью индифферентных пунктов. Но если, по инструкции, должны выделяться и запоминаться лампы, сигнализируемые тусклыми вспышками, то картина получается совсем другая — теперь время тестирующих

Таблица 1

Время тестирующих реакций (в мс)

Серия эксперимента	Пункты адресации ярких вспышек	Индифферентные пункты
I	805	933
II	601	714
III	868	768

реакций с пунктов адресации ламп, сигнализируемых яркими вспышками, значительно длиннее, чем время тестирующих реакций с индифферентных пунктов.

Таким образом, в третьей серии эксперимента возбудимость в пунктах адресации ярких ламп понижена по сравнению с возбудимостью индифферентных пунктов, что может быть отнесено только за счет влияния словесной инструкции. Следовательно, можно говорить о второсигнальном блокировании возбуждений, вызываемых вспышками ярких ламп в этой серии эксперимента, благодаря чему эти возбуждения до известной степени подавляются и исключаются из участия в конечных этапах осуществляемой испытуемым аналитико-синтетической деятельности. Благодаря второсигнальному торможению из всех первоначально возбуждаемых пунктов анализатора только четыре связываются между собой в последовательный комплекс (по инструкции местоположение одиночных тестирующих вспышек, которые были тусклыми, также требовало запоминания), причем такие, в которые поступали самые слабые возбуждения. Остальные же пункты, подвергаясь торможению, не вступают в ассоциативные связи, или, по крайней мере, эти связи ослабляются.

Правда, надо отметить, что эффекты тормозящих второсигнальных влияний, как правило, менее регулярны, чем положительных. Из 22 человек, первоначально участвовавших в третьей серии эксперимента, у семи не было отмечено тормозного состояния в пунктах адресации ярких ламп, хотя у некоторых из них в дополнительном эксперименте имело место торможение в пунктах адресации тусклых вспышек, когда инструкция предписывала выделять и запоминать лампы, сигнализируемые только яркими вспышками (Чуприкова, 1967). Таким образом, интенсивность первосигнального возбуждения, которое подлежит блокированию, является важным фактором, определяющим конечный эффект второсигнального блокирующего торможения. Этот вопрос мы еще обсудим ниже, при анализе результатов следующего, второго эксперимента.

Во втором эксперименте перед испытуемым находились расположенные в ряд четыре сигнальные лампы (остальная часть панели была закрыта). Вспышки ламп подавались парами. Согласно инструкции, испытуемые должны были выделять местоположение не сигнализируемых вспышками пар ламп, а местоположение пар ламп, остающихся незажженными, а затем находить в этих

негорящих парах общий элемент. Таким образом, для этого эксперимента характерно диаметрально расхождение первосигнальной и второсигнальной стимуляции: испытуемый выбирает и сравнивает не те лампы, которые прямо сигнализируются зрительно, но, восприняв эти лампы, затем «отбрасывает» их как не относящиеся к решаемой задаче и имеет дело уже с другими лампами. Тестирующие одиночные вспышки ламп подаются через 250–500 мс после второго комплекса и адресуются попеременно к каждой из четырех ламп. Таким образом, в одних случаях они попадают в места дважды выбираемой лампы (она же общая лампа в негоревших парах), в других — в места дважды отбрасываемой лампы (общая лампа в загоравшихся парах), в третьих — в места один раз выбираемой и один раз отбрасываемой лампы. После осуществления каждой тестирующей реакции испытуемый показывает экспериментатору и общую, выделенную им лампу, и оба парных комплекса незажигавшихся ламп.

Средние ВР на тестирующие вспышки по группе испытуемых из десяти человек составили:

- 1) 416 мс на вспышки, адресуемые к пунктам выбираемых ламп;
- 2) 517 мс на вспышки, адресуемые к пунктам однократно отбрасываемых ламп (однократно горевших ламп);
- 3) 629 мс на вспышки, адресуемые к пунктам дважды горевших и дважды отбрасываемых ламп.

Различия ВР между условиями 1 и 3 статистически значимы.

Из приведенных данных видно, что самое продолжительное ВР на тестирующие вспышки имеет место с

пунктов анализатора, которые хотя дважды возбуждались прямыми зрительными афферентациями, но дважды отбрасывались как «не идущие к делу». Таким образом, возбудимость в этих пунктах является пониженной по сравнению с другими пунктами анализатора.

Из результатов этого эксперимента буквально «наглядно видно», какую физиологическую роль играют в целенаправленных актах анализа и синтеза второсигнальные управляющие воздействия. Если словесная инструкция предусматривает выделение общей лампы в двух негоревших парах, то именно в этом пункте анализатора складывается самая высокая локальная возбудимость (самое короткое ВР). А это приводит к тому, что именно этот пункт получает физиологическое преимущество перед всеми другими, хотя с точки зрения первосигнальных воздействий он является самым слабым. А самая низкая локальная возбудимость в пунктах дважды зажигавшихся ламп (самое продолжительное ВР) приводит к тому, что зрительные афферентации, не участвующие прямо в заключительных стадиях анализа и синтеза (но, конечно, необходимые для их запуска), исключаются из процессов этих заключительных стадий (мысленное выделение негоревших пар ламп, их сравнение и нахождение общей лампы) благодаря их второсигнальному подавлению и блокированию.

В этом эксперименте у двух испытуемых не обнаружилось понижение возбудимости в пунктах дважды зажигаемых ламп, что сопровождалось характерной ошибкой воспроизведения. Правильно показывая

общую незагоревшуюся лампу и лампы одной из негоревших пар, они в качестве второго члена второй негоревшей пары в большом числе случаев ошибочно указывали именно дважды горевшую лампу. А это на поведенческом уровне свидетельствует о той же недостаточности второсигнального блокировочного торможения, которая была выявлена у этих испытуемых методом тестирования (Чуприкова, 1967).

Результаты описанного эксперимента были воспроизведены в исследованиях Т.Н. Ушаковой и Г.В. Ефимовой (Ушакова, 1961; Ефимова, 1969; Бойко, 1976, 2002). Т.Н. Ушаковой был обнаружен один чрезвычайно значимый факт. Оказалось, что если испытуемый, согласно инструкции, в результате актов умозаключения выбирал определенные зрительные объекты, к которым не поступало никаких дополнительных афферентаций, кроме фоновых, то возбудимость в соответствующих пунктах анализатора всегда, во всех случаях без исключения, была более высокой, чем возбудимость тех же пунктов, когда соответствующие объекты не выбирались испытуемым в процессе решения задачи. Но если в условиях той же инструкции выбирались объекты, которые дважды сигнализировались прямыми зрительными афферентациями, то в ряде случаев у некоторых испытуемых локального избирательного повышения возбудимости в этих «положительных» пунктах анализатора не наблюдалось. Таким образом, было показано, что первосигнальные нейродинамические процессы могут иногда маскировать влияние второсигнальных импульсаций, которое

всегда, без исключений, закономерно проявляется, если к соответствующим пунктам анализатора не поступает вообще никаких дополнительных афферентаций, кроме фоновых.

Итоги рассмотренных и ряда других аналогичных экспериментов подведены Е.И. Бойко следующим образом: «Во всех случаях, когда в видимых объектах сознательно выделяются те или иные элементы (по ходу решения какой-либо задачи), в соответствующих «пунктах» анализатора обнаруживается повышение возбудимости, а в «пунктах», соответствующих тем элементам объекта, от которых испытуемые «отвлекаются», как правило, имеет место пониженная возбудимость, при этом как первый, так и второй эффект необходимо отнести за счет работы словесных отделов коры» (Бойко, 2002, с. 580). Эта общая закономерность была названа Е.И. Бойко *принципом центрального второсигнального управления афферентацией*. Более детально он раскрывается в следующих двух взаимосвязанных положениях.

1. «Под влиянием словесных сигналов в коре головного мозга человека возникают особые межцентральные импульсы положительно тонизирующего и тормозного характера, которые избирательно влияют на возбудимость проекционных систем» (Пограничные проблемы..., 1961, с. 110).

2. «Высший анализ и синтез непосредственных раздражителей большими полушариями человеческого мозга осуществляется при посредстве второсигнальных управляющих импульсов положительно тонизирующего и тормозного характера,

которые избирательно влияют на возбудимость различных пунктов коры и тем самым дают физиологическое преимущество то одним внешним раздражениям, то другим, временно блокируя остальные» (там же, с. 113).

Помимо демонстрации принципиальной роли возбуждений со стороны второй сигнальной системы в актах анализа и синтеза непосредственных зрительных раздражителей метод тестирующего стимула позволяет получать данные, характеризующие такие аспекты внутренней структуры и динамики корковых процессов, которые, по-видимому, трудно, если не невозможно, выявить каким-либо другим методом.

Так, например, было установлено, что с увеличением числа (от 2 до 5) подлежащих выделению вниманием и запоминанию зрительных сигналов (испытуемые запоминали местоположение вспыхивающих одновременно ламп, число которых варьировало от 2 до 5) степень локального повышения возбудимости в корковых проекциях каждого из сигналов прогрессивно уменьшается (Чуприкова, 1967). Это уменьшение хорошо аппроксимируется формулой линейной зависимости:

$$K = an - b,$$

где K — степень повышения локальной возбудимости в каждом из пунктов анализатора; n — число пунктов, соответствующих числу запоминаемых ламп; a и b — коэффициенты, значения которых варьируют у разных испытуемых (там же).

В психологии неоднократно высказывалось мнение, что с увеличе-

нием числа объектов, к которым привлекается внимание (или которые одновременно «входят в фокус сознания»), «ясность восприятия» каждого из них уменьшается. Метод тестирующего стимула дает фактическое количественное подтверждение верности этой догадки. Вместе с тем, поскольку после определенного числа одновременно выделяемых вниманием сигналов локальное повышение возбудимости в их проекциях становится ничтожно малым, можно думать, что данная закономерность проливает свет на внутренние физиологические причины ограниченности объема внимания и кратковременной памяти.

Метод тестирующего стимула позволяет получить существенно новые данные о физиологии временного становления очагов локальной повышенной возбудимости в мозговых проекциях выделяемых вниманием сигналов. Так, в частности, изучалось становление очагов повышенной возбудимости в пунктах адресации выделяемых вниманием негорящих ламп, расположенных по вертикали или по диагонали между двумя горящими лампами (Чуприкова, 1967, 1972). Основным полученным результатом состоял в том, что сначала (интервалы тестирования 70–100–150 мс) в зрительном анализаторе обнаруживается широко генерализованная зона повышенной возбудимости, которая постепенно сужается (интервалы тестирования 150–200–250 мс) и, наконец, статистически значимое локальное повышение возбудимости начинает ограничиваться только проекциями выбираемых негоревших ламп. Эта картина хорошо согласуется с законом перцепции Н.Н. Ланге,

но при этом имеют место значительные индивидуальные различия в широте первичной зоны генерализации и в скорости становления локально концентрированных очагов повышенной возбудимости (Чуприкова, 1972).

Межцентральные импульсации положительно тонизирующего и тормозящего характера, создаваемые предварительной словесной инструкцией и локально направленно изменяющие функциональное состояние разных пунктов анализаторов первой сигнальной системы, были для краткости названы Е.И. Бойко второсигнальными управляющими импульсами. Однако этот термин не вполне точен. Впоследствии Е.И. Бойко, разъясняя его содержание, подчеркивал, что на самом деле речь должна идти о динамическом взаимодействии и синтезе возбуждений, идущих в высшие отделы анализаторов первой сигнальной системы с двух сторон: со стороны непосредственно воспринимаемых раздражителей и со стороны словесных сигналов инструкции при ведущей роли этих последних (Бойко, 1976, 2002). В настоящее время ясно также, что в создании «светлых» и «темных» пятен сознания в виде локальных очагов избирательно повышенной и избирательно пониженной возбудимости в корковых отделах анализаторов обязательно участие третьего потока возбуждений — со стороны неспецифических активирующих и тормозящих структур мозга (Чуприкова, 2008).

Метод тестирующего стимула в полной мере адекватен изучению локальных избирательных сдвигов возбудимости, вызываемых не только

непосредственными зрительными сигналами, применительно к которым он был первоначально разработан, но и вербальными стимулами при их обработке в вербальных сетях семантической памяти.

Таким образом, открывается возможность объективировать «светлые» и «темные» пятна сознания не только в анализаторах человека, но и в мозговых структурах обработки вербально-семантической информации.

Т.Н. Ушакова методом тестирующего стимула изучала временную и пространственную динамику изменений локальной возбудимости в отдельных элементах вербальных сетей (в системе межсловесных нервных связей) при подборе испытуемыми, согласно предварительной инструкции, ассоциаций к заданному слову и в процессах построения предложений из заданных слов по заданной грамматической схеме (Ушакова, 1979). Было установлено, что процесс актуализации ассоциаций проходит первоначальную стадию генерализованных ответов многих элементов вербальной сети, которая затем сменяется стадией специализации. Таким образом, динамика формирования «светлых пятен сознания» в структурах межсловесных нервных связей вполне аналогична описанной выше динамике их формирования в мозговых структурах зрительного экрана.

В исследовании В.А. Суздалевой прослеживалось состояние разных элементов вербальной сети после того, как испытуемые, согласно инструкции, определяли принадлежность (или непринадлежность) заданных слов к определенным понятийным

категориям (см.: Познавательная активность..., 1989). Оказалось, что в этих условиях избирательные локальные сдвиги возбудимости обнаруживаются не только в представителях предъявляемых слов, но и в представителях других слов — как относящихся, так и не относящихся к заданной категории. В представителях слов, относящихся к данной категории, возбудимость чаще всего повышена, а в проекциях слов, относящихся к другим понятийным категориям, значительно и стойко понижена.

Важный вывод в результате анализа описанных фактов состоит в демонстрации системного строения следа кратковременной памяти, оставляемого в вербально-семантической сети словесными сигналами. Этот след захватывает не только те элементы вербальной сети, к которым были непосредственно обращены подлежащие анализу сигналы, но и ее более широкие области. При этом одни ее элементы приходят в состояние повышенной готовности к реагированию, а другие, наоборот, заторможены и их готовность к реакции снижена. В логике и психологии некоторыми авторами высказывался взгляд, что суждения человека основываются не только на оценке того, чем в категориальном плане является то или иное воспринимаемое явление, но и на оценке того, чем оно не является. Если принять, что последнее завершается какого-то рода отторжением «неподходящих» с точки зрения решаемой задачи элементов вербальной семантической сети, то это и находит отражение в обнаруженных отрицательных тормозных следовых эффектах в тех

элементах вербальной сети, к которым адресуются стимулы других категорий, нежели та, которая была прямым объектом деятельности при анализе определенного стимула.

В заключение несколько слов о возможных перспективах применения метода тестирующего стимула в изучении структуры и динамики мозговых механизмов психической деятельности человека.

В рецензии на книгу «Познавательная активность в системе процессов памяти», где, в частности, анализируются результаты исследований локальных следов кратковременной памяти с помощью метода тестирующего стимула, Е.Н. Соколов писал, что этот метод открывает новые пути психофизиологических исследований, особенно если регистрация ВР на тестирующие стимулы будет дополнена регистрацией вызванных потенциалов (ВП) мозга (Соколов, 1989). Действительно, помимо углубления представлений о физиологических механизмах второсигнального управления афферентацией, о строении и функционировании вербальных семантических сетей долговременной памяти, о структуре памятных следов техника совместной регистрации ВР и ВП на тестирующие стимулы могла бы иметь, как представляется, более широкое значение для изучения тонких локальных мозговых механизмов психической деятельности. Например, если человеку предлагается решить какой-либо арифметический пример ($12 + 18 = 30$) или понять содержание какой-либо состоящей из нескольких слов фразы, как узнать, что при этом происходит в проекциях

отдельных чисел или слов по ходу и после решения задачи и понимания фразы, а также — что не менее важно — в проекциях других чисел и слов, хранящихся в долговременной памяти и с большой вероятностью также участвующих в решении арифметической задачи и в понимании смысла фразы?

Вряд ли какой-либо из существующих сегодня методов регистрации активности мозга может обеспечить ответ на этот вопрос. Они не дают возможности избирательного зондирования локального состояния мозговых структур, в которые посту-

пает и в которых обрабатывается информация от отдельных элементов математических выражений и речевых высказываний. А метод тестирующего стимула, который может быть локально избирательно адресован экспериментатором к проекциям любого из интересующих его раздражителей на любом интервале времени в процессе и после решения задачи или понимания смысла фразы и на который не только можно зарегистрировать ВР, но на который в любых областях мозга могут быть записаны ВП, открывает здесь вполне ясные перспективы.

Литература

- Анохин П.К.* Внутреннее торможение как проблема физиологии. М.: Медгиз, 1958.
- Бойко Е.И.* Время реакции человека. М.: Медицина, 1964.
- Бойко Е.И.* Механизмы умственной деятельности. М.: Педагогика, 1976.
- Бойко Е.И.* Механизмы умственной деятельности. М.: Моск. психолого-соц. ин-т; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2002.
- Джемс У.* Внимание // Хрестоматия по вниманию / Под ред. А.Н. Леонтьева, А.А. Пузыря, В.М. Романова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 50–65.
- Ефимова Г.В.* Особенности нейродинамики в процессах умственного сопоставления // *Вопр. психол.* 1969. № 5.
- Иваницкий А.М.* Психофизиология сознания // *Психофизиология: Учебник для вузов* / Под ред. Ю.И. Александрова. СПб.: Питер, 2001. С. 200–217.
- Крик Ф.* Мысли о мозге // *Мозг: Сб. статей* / Под ред. В.П. Симонова. М., 1982. С. 257–275.
- Павлов И.П.* Объективное изучение высшей нервной деятельности животных // *Павлов И.П. Избр. труды.* М.: Учпедгиз, 1950. С. 63–73.
- Пограничные проблемы психологии и физиологии / Под ред. Е.И. Бойко. М.: АПН РСФСР, 1961.
- Познавательная активность в системе процессов памяти / Под ред. Н.И. Чуприковой. М.: Педагогика, 1989.
- Проблемы высшей нервной деятельности нормального и аномального ребенка / Под ред. А.Р. Лурии. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. Т. 1; 1958. Т. 2.
- Симонов П.В.* «Светлое пятно сознания» // *Журн. Внд.* 1990. Т. 40. Вып. 6. С. 1040–1048.
- Соколов Е.Н.* Рецензия на книгу «Познавательная активность в системе процессов памяти» // *Журн. Внд.* 1989. Т. 39. Вып. 5. С. 984.
- Ушакова Т.Н.* Взаимодействие первой и второй сигнальных систем в актах умозаключающего наглядного мышления //

Пограничные проблемы психологии и физиологии / Под ред. Е.И. Бойко. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. С. 74–84.

Ушакова Т.Н. Функциональные структуры второй сигнальной системы. М.: Наука, 1979.

Чуприкова Н.И. Слово как фактор управления в высшей нервной деятельности человека. М.: Просвещение, 1967.

Чуприкова Н.И. О скорости развития и степени концентрированности локального очага повышенной возбудимости при выделении объекта из фона // Проблемы дифференциальной психофизиологии. Т. VII / Под ред. В.Д. Небылицына. М.: Педагогика, 1972. С. 156–175.

Чуприкова Н.И. Метод тестирующего стимула в изучении механизмов аналитико-синтетической деятельности мозга человека // Психология высших когнитивных процессов / Под ред. Т.Н. Ушаковой, Н.И. Чуприковой. М.: Изд-во ИП РАН, 2004. С. 10–32.

Чуприкова Н.И. Из опыта интеграции психологических знаний // Теория и методология психологии. Постнеклассическая перспектива / Отв. ред. А.Л. Журавлев, А.В. Юревич. М.: Изд-во ИП РАН, 2007. С. 459–463.

Чуприкова Н.И. Как вывести психологию внимания из теоретического тупика // Вопр. психол. 2008. № 5. С. 3–13.

Эделмен Дж., Маунткэсл В. Разумный мозг / Пер. с англ. М.: Мир, 1981.