

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА СЕГОДНЯ

А. М. Черноризов

«ПРОБЛЕМНОЕ ПОЛЕ» СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ: ОТ НАНОНЕЙРОНИКИ ДО СОЗНАНИЯ

В статье обсуждаются актуальные проблемы и новые направления современной психофизиологии. Аналитический обзор материалов XIII Международного психофизиологического конгресса (г. Стамбул, Турция, 28.08—02.09.2006) сопровождается обобщениями дискуссионного характера, затрагивающими как психофизиологию, так и традиционно непростые взаимоотношения между психологией и естествознанием.

Ключевые слова: векторная психофизиология, системная психофизиология, когнитивная психофизиология, клиническая психофизиология, социальная психофизиология, нанонейроника, психофизиологическая проблема, мозг и сознание, живые и неживые системы.

«Мы видим, что общая наука, как и тенденция отдельных дисциплин превратиться в общую науку и распространить влияние на соседние отрасли знания, возникает из потребности в объединении разнородных отраслей знания».

Л.С. Выготский

«Я не отрицаю психологии как познания внутреннего мира человека. ...Здесь и сейчас я только отстаиваю и утверждаю абсолютные, непререкаемые права естественнонаучной мысли всюду и до тех пор, где и куда она может проявлять свою мощь. А кто знает, где кончается эта возможность!»

И.П. Павлов

«Позвольте биологам продвигаться в своих исследованиях настолько далеко, насколько они смогут, и позвольте нам продвигаться в своих исследованиях настолько далеко, насколько мы сможем. Однажды мы встретимся».

З. Фрейд

1. Введение

У современной психофизиологии два дня рождения — неофициальный и официальный. Первый связан с именем В. Вундта (1832—1920), поделившего в 1879 г. всю психологию на «психологию народов» и «фи-

зиологическую психологию» (Вундт, 2001, 2007). Второй день рождения связан с учредительным съездом в г. Монреале в 1982 г., на котором было дано определение предмета психофизиологии, создана Международная психофизиологическая организация (*International Organization of Psychophysiology — IOP*) и сформирован печатный орган «*International Journal of Psychophysiology*». От России (тогда СССР) в состав руководящих органов *IOP*, получившей спецпредставительство в ООН, вошли проф. Е.Н. Соколов и проф. Н.П. Бехтерева.

К своему 25-летию в 2007 г. психофизиология претерпела значительные перемены, трансформировавшие ее из так называемой «классической» (Вундтовской) психофизиологии в современную науку о нейронных механизмах психических процессов, состояний и индивидуальных различий. *Задача* данной работы — обозначить основные направления этих преобразований, закономерным образом затрагивающих и все другие отрасли психологии. В качестве отправного материала использованы документы XIII Международного психофизиологического конгресса, прошедшего под эгидой *IOP* и ООН в Турции (г. Стамбул, 28.08—02.09.2006). Анализ материалов конгресса — не главная цель, но повод для обсуждения тенденций в развитии психофизиологии, ее «проблемного поля». Это определило жанр статьи как сочетание анализа конкретного экспериментального материала, представленного в докладах конгресса, с ассоциативно возникающими оценочными суждениями и обобщениями дискуссионного характера, которые затрагивают не только собственно психофизиологию, но и традиционно непростые отношения психологии с естествознанием.

2. Психофизиология как фундаментальная наука: поиск новых подходов к решению «старых» проблем

2.1. Уточнение предмета современной психофизиологии. Человек—Нейрон — Модель (нанонейроника)

На I Международном психофизиологическом конгрессе в 1982 г. психофизиология была определена «де-юре» как «наука о *физиологических механизмах* психических процессов и состояний, индивидуальных различий». При этом два всемирно известных ученых — Хосе Дельгадо (Испания) и Е.Н. Соколов (Россия, СССР) — предлагали и отстаивали формулировку психофизиологии как «науки о *нейронных механизмах...*». В 1982 г. включение термина «нейрон» в определение науки о механизмах души казалось слишком революционным. Но прошло всего лишь 25 лет, и исследования механизмов психики в современной психофизиологии стали «де-факто» ориентироваться на «формулу», провидчески предложенную Х. Дельгадо и Е.Н. Соколовым. Знаменательно, что в 1998 г. эти ученые, сторонники «нейронной ориентации» психофизиологии, были удостоены самой престижной награды *IOP* — «ПРЕМИИ СТОЛЕТИЯ-

1998» за выдающийся вклад в развитие мировой психофизиологии в текущем столетии (1898—1998 гг.). В фокус современной психофизиологии попадают уже не только нейроны и нейронные сети (макрообъекты), но и отдельные органеллы, молекулярные и генетические механизмы нервных клеток. Для обозначения этого нового уровня исследований в современной психофизиологии проф. Е.Н. Соколов предложил ввести термин «нанонейроника» (Соколов, Палихова, 2007). Нанонейроника фокусирует внимание на «нанообъектах», которые определяют функции нейрона на внутриклеточном уровне. К таким нанообъектам, участвующим в механизмах памяти и сознания на молекулярном и субмолекулярном уровнях, можно отнести «пресинаптические бутоны», «шиповый аппарат» дендритов, «микротрубочки и нейрофиламенты» и геном нейрона (Пенроуз, 2005а, б; Соколов, 2007).

В соответствии с этой ведущей тенденцией в развитии современной психофизиологии три из 25 симпозиумов XIII конгресса, организованные кафедрой психофизиологии факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова и объединенные общим названием «Человек—Нейрон—Модель» («Human—Neuron—Model»), были специально посвящены проблемам и технологиям интеграции данных нейрофизиологии и психологии. Название симпозиумов отражает суть нового подхода к такой интеграции, развиваемого на факультете психологии МГУ под идейным руководством проф. Е.Н. Соколова (2003). Согласно этому подходу, психофизиологическое исследование того или иного психического процесса или состояния начинается в экспериментах на человеке, продолжается в нейрофизиологических опытах на животных и завершается построением математической модели, интегрирующей данные психологии и физиологии. Такая модель не является простым *ad hoc* описанием экспериментальных данных. К ней предъявляются жесткие требования: вся модель как целое («нейроподобная сеть») должна воспроизводить результаты психологических экспериментов, а «нейроподобные элементы» модели должны воспроизводить свойства реакций реальных нейронов, участвующих в реализации исследуемого процесса. Таким образом, модель выполняет две важные функции — функцию «переводчика» с языка психологии на язык нейрофизиологии и обратно и функцию порождения новых рабочих гипотез, касающихся как «психологической природы» исследуемого феномена, так и его физиологических механизмов. Для построения таких моделей, которые «способны сообщить нам больше, чем мы в них вложили» (Ежов, Шумский, 1998), успешно используются методы многомерного анализа — многомерное шкалирование, факторный анализ (Соколов, 2003).

2.2. Расширение компетенций психофизиологии

Тематика симпозиумов XIII конгресса наглядно свидетельствует о расширении предметной области современной психофизиологии не

только «вглубь» (в нейроны), но и «вширь» (в разные области психологии). Наряду с такими традиционными для психофизиологии направлениями, как «сенсорная психофизиология» и «психофизиология функциональных состояний», активно формируются области новых компетенций: «векторная психофизиология», «системная психофизиология», «когнитивная психофизиология», «клиническая психофизиология», «социальная психофизиология»¹. Оценивая такую широкую экспансию биологии в область психологии, уместно вспомнить мнение по этому поводу одного из классиков психофизиологии, профессора кафедры психологии и социальных связей Гарвардского университета Дж. Хэссета: «...определять психофизиологию в терминах ее методов или задач — пустое занятие... *Ее предмет — это предмет всей психологии*. Психофизиология надеется прийти к новому пониманию старых проблем, рассматривая человека как биологическое существо» (Хэссет, 1981, с. 9). Обратимся к краткой характеристике этих новых направлений — новых подходов к решению, в общем-то, «старых» проблем на стыке психологии и биологии.

2.2.1. Векторная психофизиология. На XIII конгрессе теоретические и экспериментальные обоснования векторной психофизиологии были представлены в докладах проф. Е.Н. Соколова (Sokolov, 2006, Россия), проф. А.М. Черноризова (Chernorizov, 2006, Россия) и проф. Г. Вайткявичюса (Vaitkevichus et al., 2006, Литва).

Термином «векторная психофизиология» можно кратко охарактеризовать суть новой научной концепции в современной психофизиологии, образующей базис для формирования новой психологической школы — научно-педагогической школы психофизиологии в Московском университете (для обзора см.: Векторная психофизиология..., 2007; Измайлов, Соколов, Черноризов, 1989; Соколов, 2003).

Векторная психофизиология — это раздел психофизиологии, который основан на данных о векторном кодировании информации в нейронных сетях, организованных и функционирующих как механизмы сенсорных, исполнительных и когнитивных процессов. Суть принципа векторного кодирования состоит в следующем. Стимул, воздействуя на ансамбль нейронов, порождает в каждом из них определенный уровень возбуждения. Комбинация этих возбуждений образует вектор возбуждения, кодирующий входное воздействие. Вектор возбуждения подвергается в нейронных сетях операции нормировки, в результате чего самые разные стимулы, воздействующие на данный ансамбль нейронов, порождают равные по длине векторы возбуждения. При постоянной длине векторов возбуждения сигналы кодируются разными направлениями векторов

¹ «Брэндовые» названия для этих новых направлений еще не устоялись и являются условными, отражающими лишь суть дела. Условен и сам принцип выделения в психофизиологии таких сильно перекрывающихся направлений (например, безусловно, можно говорить о «системном подходе в когнитивной психофизиологии»).

возбуждения. При этом все множество стимулов, представленных этими векторами возбуждения, располагается на сфере в пространстве, размерность которого определяется числом независимых нейронов в ансамбле (Черноризов, 1999, 2005; Черноризов и др., 2007; Черноризов, Литвинов, 2004; Черноризов, Соколов, 2001; Chernorizov, 2006). Различие между стимулами в нервной системе определяется евклидовым расстоянием между концами векторов возбуждения, которые эти стимулы представляют. Принцип векторного кодирования распространяется на управление внешними реакциями. В этом случае командный нейрон передает управляющий вектор возбуждения на ансамбль премоторных нейронов, которые через мотонейроны определяют компоненты вектора поведенческой реакции. Векторное кодирование имеет место и в управлении вегетативными реакциями. Речевые реакции также реализуются на основе принципов векторного кодирования. Векторное кодирование участвует в процессе ассоциативного обучения (процедурная память).

Важно отметить, что концепция векторного кодирования объединяет («примиряет») в рамках единой непротиворечивой системы понятий «детекторную» и «ансамблевую» теории кодирования сенсорной информации, которые традиционно противопоставляются друг другу. Более того, распространение принципа векторного кодирования на нейронные механизмы исполнительных и модулирующих механизмов позволяет объяснить удивительную согласованность во взаимодействии сенсорной сферы и механизмов поведения. Векторный подход к кодированию внешних сигналов, обучению и управлению реакциями открывает возможность интеграции нейронных механизмов и психологических закономерностей в единой непротиворечивой модели исследуемого психологического процесса (Соколов, 2002, 2003).

2.2.2. Системная психофизиология. Практически все авторы тех докладов на XIII конгрессе, в которых обсуждались конкретные данные о связи высших психических функций со структурами мозга, обращались — в явной или неявной форме — к принципам системной организации (локализации) мозговых механизмов психики. В частности, «системное мышление» прочно закрепилось в психофизиологии эмоций и памяти, где доминируют представления о механизмах эмоций и памяти как о широко перекрывающихся в мозге «распределенных системах» (см.: Голдберг, 2003). Тематика трех симпозиумов была прямо связана с обсуждением роли процессов системной организации и самоорганизации мозга в механизмах психики: «Human—Neuron—Model; Parts I, II, III» («Человек—Нейрон—Модель; части I, II, III»), «Multistable perception — Where bottom-up meets top-down» («Мультиустойчивое восприятие: где информация, направляющаяся снизу вверх, пересекается с информацией, направляющейся сверху вниз»), «Brain activity from different viewpoints: Multimodal studies» («Активность мозга с разных точек зрения: мульти-модальные исследования»).

По аналогии с уже существующим в литературе термином «системные нейронауки» понятие «системная психофизиология» является собирательным. Оно применимо к ряду психофизиологических подходов, ориентированных на изучение принципов системной организации мозговых механизмов психических процессов и состояний. Центральной для всех этих подходов является проблема соотношения свойств «целого» (системы) и «его частей» (элементов системы), «системных функций» и «функций элементов». К наиболее ярким (классическим) представителям группы системных подходов я бы отнес теорию И.П. Павлова о «динамической локализации функций в коре больших полушарий» (1951), теорию Дж. Эйдельмана и В. Маунткасла (1981) о «распределенных системах (модулях) мозга» как механизмах психических процессов, теорию П.К. Анохина о «функциональных системах мозга как основе высших психических функций» (Александров, 2003; Анохин, 1968; Безденежных, 2004), концепцию А.Р. Лурии о трех «функциональных блоках мозга» (Лурия, 2006). Новым и очень активно развивающимся направлением, близким «по духу» системной психофизиологии, является синергетика — наука о процессах системной организации и самоорганизации в живой и неживой природе (Хакен, 2001, 2005). Во всех этих подходах акцентируются разные принципы системной организации, но при этом предлагаются принципиально одинаковые решения двух важных проблем — взаимоотношения между структурами мозга и функциями (проблема локализации функций в мозге) и взаимосвязи содержания психических процессов с «содержанием» (характером) физиологических процессов мозга. На самом деле две эти проблемы можно считать двумя сторонами одной более общей «психофизиологической проблемы» (подробнее об этом будет сказано в разделе 2.4. «Методологические проблемы современной психофизиологии»).

Учитывая актуальность и несомненную значимость принципов системной организации мозга для понимания механизмов психики, Международная психофизиологическая ассоциация приняла решение об организации в рамках предстоящего XIV Международного психофизиологического конгресса (г. Санкт-Петербург, 8—13 сентября 2008 г.) двух симпозиумов: «From Neuron to System. I. Neuronal Bases of Mind and Behavior» («От нейрона к мозгу-I. Нейронные основы мышления, сознания и поведения») и «From Neuron to System. II. Systems Cognitive Psychophysiology» («От нейрона к мозгу-II. Системная когнитивная психофизиология»).

2.2.3. Когнитивная психофизиология. К когнитивной психофизиологии принято относить психофизиологические исследования восприятия, внимания и памяти, мышления и сознания. Отличительной особенностью этого направления на XIII конгрессе было активное обращение исследователей к *ритмам мозга* как механизмам когнитивных процессов и, более широко, как к универсальным операторам, с помощью которых работает мозг. Ритмы мозга являются базовым (врожденным) механиз-

мом межнейронной коммуникации и объединения нейронов в ансамбли. Для шести симпозиумов эта идея была центральной, что и определило их названия, например: «The oscillatory activity of complex cognitive processes» («Осцилляторная активность в сложных когнитивных процессах»), «Brain oscillations are “coherence- and entropy-changes” factors in perception and evolution of species» («Осцилляции мозга как факторы изменения когерентности и энтропии в процессах восприятия и эволюции видов»), «Oscillatory correlates of human memory» («Осцилляторные корреляты памяти человека»). Такой «культ» ритмов мозга знаменателен, если учесть резкий спад интереса психофизиологов к ЭЭГ в 1960—80-е гг., после того как знаменитый нейрофизиолог Дж. Экклз (J. Eccles) сравнил ЭЭГ с «дымом», не имеющим никакой связи с фундаментальными функциями мозга.

В докладах российских, немецких и турецких исследователей были представлены данные о связи ритмов мозга с процессами **восприятия**. Так, в работе Н.Н. Даниловой (Danilova, 2006, Россия) обнаружена связь плотности и характера распределения по мозгу локальных источников генерации гамма-колебаний в диапазоне 35—70 Гц с пассивной и активной формами внимания к звуковым сигналам. В работе D. Struber et al. (2006, Германия—Турция) с использованием в качестве стимулов «обратимых фигур» (куба Неккера) показано, что в десинхронизации двух различных поддиапазонов альфа-ритма отражается активность двух последовательно срабатывающих систем восприятия — афферентной (bottom-up = снизу вверх) и эфферентной (top-down = сверху вниз). Интересно, что весь этот каскад непосредственно предшествует «порогу осознания (восприятия)» испытуемым факта обращения воспринимаемой фигуры. В работе В. Guntekin и Е. Basar (2006, Турция) обнаружено, что эмоциональные выражения лиц (гнев, счастье) можно достоверно различить по индексу отношения мощностей альфа- и тета-ритмов в ЭЭГ, регистрируемой в первые 500 мс после предъявления соответствующих изображений.

По экспериментальным данным R. Desimone (2006, США), нейронным механизмом зрительного селективного **внимания** является «top-down» система, включающая области префронтальной, париетальной и экстрастриарной коры. Активность этой системы связана, с одной стороны, с синхронизацией на частоте гамма-ритма реакций релевантных задаче нейронов-детекторов, а с другой — с одновременным подавлением активности нейронов-детекторов, выделяющих сигналы, не участвующие в управлении текущим поведением.

N. Aхmacher et al. (2006, Германия—Нидерланды) представили фМРТ- и ЭЭГ-данные об участии гиппокампа и ринальной коры в механизмах рабочей **памяти**. Эти данные являются новыми, так как традиционно рабочую (оперативную) память связывают преимущественно с префронтальной корой. Т. Demiralp et al. (2006, Германия—Турция) показали, что в механизмы памяти вовлечены взаимодействующие между со-

бой мозговые генераторы тета-, альфа- и гамма-ритмов. При этом выраженность гамма-ритма четко коррелирует с формированием следа памяти: при повторении стимулов гамма-ритм уменьшается и восстанавливается каждый раз при обновлении стимуляции. В работе М. Segal (2006, Израиль) изучена роль шипикового аппарата дендритов гиппокампаальных нейронов в механизмах памяти. Обнаружены закономерные изменения в размерах, плотности и форме шипиков при обучении. Выявлена интересная и априори не очевидная закономерность в синаптической пластичности: при обучении возбуждающие синапсы усиливаются, а тормозные, наоборот, ослабляются. Р. Magistretti (2006, Швейцария) представил данные о взаимодействии между нейронами и астроглией как крайне важном факторе, определяющем пластические перестройки в синапсах. Эти данные обобщены в виде оригинальной модели «the astrocyte-neuron shuttle». В целом, содержание докладов, касающихся механизмов памяти, отражает нацеленность современной психофизиологии памяти и обучения на разработку трех основных тем (идей).

Первая тема — разного рода изменения в синапсах при обучении как механизм пластичности мозга. Большинство исследователей в этой области придерживаются «коннекционистской модели памяти» (от англ. «connection» — связь), базирующейся на так называемых «синапсах Хебба» (Hebb) как основных локусах пластичности в мозге. В качестве одного из инструментов модификации связей в пластичных синапсах Хебба рассматривается активно исследуемый в настоящее время механизм посттетанической потенциации синапсов, эффективность которого тесно связана с высокочастотными осцилляциями мозга (Думенко, 2006). С коннекционистской моделью плохо согласуются парадокс миграции следов памяти по полушариям и явление модификации (вплоть до полного нарушения) следов памяти при воспроизведении.

Вторая тема — нейрогенетика памяти, т.е. участие генома нейрона в формировании, хранении и воспроизведении следов памяти (Анохин, 1997).

Третья тема — нейрогенез и апоптоз (запрограммированная смерть нейрона). Особый интерес вызывает здесь явление прижизненного нейрогенеза. С изучением механизмов прижизненной пластичности мозга тесно связаны такие актуальные сегодня темы, как «ранний постнатальный нейрогенез и сензитивные периоды для формирования высших психических функций (восприятие, речь, способности)», «стволовые клетки и восстановление функций мозга», «нейродарвинизм», «нейротрансплантация» (Корочкин, Михайлов, 2000; Соколов, Незлина, 2003).

Е. Basar и В. Guntekin (2006, Турция) привели в своем докладе очень интересные данные анализа формирования ритмов ЭЭГ в эволюции. Оказалось, что только в эволюции альфа-ритма обнаруживается четкая закономерность: его абсолютная мощность и относительная выраженность в ЭЭГ монотонно нарастают в ряду от беспозвоночных (моллюс-

ки) до низших позвоночных (рыбы) и млекопитающих (кошка) и максимально выражены у человека. Авторы выдвигают и обсуждают гипотезу о мозговых генераторах альфа-ритма как механизме **интуитивного и творческого мышления**, т.е. того, что, по мнению А. Бергсона, отличает человека от животных. Идея о взаимосвязи альфа-ритма и интеллекта обсуждалась и в работе С. Neuper et al. (2006, Австрия), в которой показано, что «связанные с событием» синхронизация и десинхронизация альфа-ритма могут служить надежным индикатором индивидуальных различий в интеллектуальных способностях. Последние, как показано этой группой авторов, являются функцией синхронизации активности разных отделов мозга на частотах тета-, альфа-, бета- и гамма-ритмов.

Несколько симпозиумов конгресса прямо или косвенно затрагивали проблему **механизмов сознания**. Наибольший интерес вызвали симпозиумы, посвященные измененным состояниям сознания: «Multidisciplinary approaches to altered states of consciousness» («Междисциплинарные подходы к изучению измененных состояний сознания») и «Psychophysiological markers of hypnosis and hypnotizability» («Психофизиологические индикаторы гипнотических состояний и гипнабельности»). Основные данные и идеи докладов, представленных на этих симпозиумах, можно кратко суммировать следующим образом: 1) индивидуальные способности к «погружению» в измененные состояния существенным образом зависят от генетически врожденных особенностей дофамин- и серотонинэргических систем мозга, а также размеров передней поясной коры (*gyrus cinguli anterior*); 2) ЭЭГ-маркерами гипнотического состояния являются увеличение межкорковых связей в лобных отделах мозга на частоте гамма-ритма и редукция синхронизации активности на частоте альфа-ритма в правом полушарии; 3) «аналгезия в гипнозе» является результатом нарушения именно взаимодействия между отделами мозга, включенными в обеспечение ощущения боли в норме (в негипнотических состояниях).

Наконец, в докладе М. Solms (2006, ЮАР) были представлены данные, свидетельствующие о наличии анатомических и биохимических различий в механизмах **быстрого сна и сновидений**. Их новизна состоит в том, что в литературе принято связывать сновидения преимущественно с фазой быстрого сна и соответственно (по умолчанию) отождествлять их механизмы.

2.2.4. Клиническая психофизиология. Клиническая психофизиология ставит своей задачей изучение механизмов нарушений психики. В фокусе этого нового (во всяком случае, терминологически) направления в психофизиологии находятся следующие темы: механизмы психических расстройств (шизофрения, маниакально-депрессивный психоз, фобии, депрессии), механизмы стрессовых расстройств и формирования синдрома «выученной беспомощности», механизмы формирования разных форм аддиктивного поведения химической и нехимической природы

(особая роль опиятной системы мозга и дофаминэргическая система вознаграждения). Для решения этих и ряда других проблем, традиционно подпадающих под компетенцию психиатров и клинических психологов, клинические психофизиологи используют широкий спектр психофизиологических методов: регистрацию и анализ ЭЭГ и вызванных потенциалов мозга, фМРТ и ПЭТ, биохимические и нейрогенетические методы. Соединение психофизиологии с клинической психологией и психиатрией дало основание Нобелевскому лауреату Э. Кэнделу (США) говорить о формировании новой объективной нейробиологической базы для современной психиатрии и «ренессанса психоаналитической мысли» (Kandel, 1998).

На XIII конгрессе обсуждался широкий круг проблем, релевантных тематике этого нового направления в современной психофизиологии: механизмы деменции, механизмы нарушений памяти, речи и интеллекта, нарушения высших психических функций при заболевании Альцгеймера, генетические механизмы психических заболеваний, механизмы шизофрении, нейродинамика аффективных состояний. В докладе Н. Begleiter и В. Porjesz (2006, США) представлены данные о связи гена рецепторов ГАМК А2 на хромосоме 4 с бета-волнами и гена на хромосоме 7 с дельта- и тета-ритмами ЭЭГ. Это новый шаг к пониманию генетических механизмов «душевных» заболеваний, так как указанные врожденные ритмы мозга по-разному и характерным образом изменяются при разных психических расстройствах. В работе М. Mesulam (2006, США) приводятся экспериментальные доказательства того, что феномен «hemispatial neglect» (игнорирование половины пространства) является «сетевым синдромом», возникающим в результате поражения нескольких отделов мозга, образующих в совокупности «распределенную систему». В эту систему входят задняя париетальная кора, ответственная за модуляцию пространственного внимания и трансформацию «экстраперсональных координат» в цели для наблюдения или достижения, и поясная извилина, обеспечивающая учет мотивационного фактора. В сообщении Р. Tass (2006, Германия) обращается внимание на то, что ряд неврологических заболеваний (болезнь Паркинсона, множественный склероз и др.) связан с патологической синхронизацией активности мозга. В соответствии с этим автор предлагает новый метод лечения — десинхронизацию активности ряда отделов мозга путем их стимуляции (с помощью вживленных электродов) в определенной (постоянно переустанавливаемой) последовательности. Эти данные перекликаются с развиваемой сегодня в синергетике «теорией динамических болезней». В рамках этой теории болезни организма рассматриваются как результат отклонения от хаотического (нерегулярного) характера в работе физиологических систем в сторону повышения периодичности (регулярности). Например, в норме временной интервал между двумя последовательными ударами сердца характеризуется высоким разбросом, и уменьшение

этого разброса является одним из предвестников внезапной остановки сердца. Л. Глас и М. Мэки (1991) предложили для обозначения таких болезней, характеризующихся аномальной временной организацией (периодичностью), термин «динамические болезни». С точки зрения теории нелинейных систем, в хаотических системах легче реализовать адаптивное управление, т.е. подстройку системы под изменяющиеся внешние условия. В этом смысле динамические болезни — это «болезни адаптации» (к которым, например, относят стрессовые расстройства). Не исключено, что аналогичные нарушения во временной организации процессов мозга могут приводить к более глобальным проблемам адаптации (психическим нарушениям). Установление связей между временной (ритмической) организацией активности мозга и психикой в норме и патологии является, как уже было отмечено выше, одной из актуальных задач современной психофизиологии.

Отдельный симпозиум XIII конгресса был посвящен клинической психофизиологии когнитивных процессов и памяти — «Clinical psychophysiology of cognitive and memory disorders». Центральной для этого симпозиума стала проблема «синдрома дефицита внимания и гиперактивности». Канадские исследователи-клиницисты С. Mangina и J. Benzeron-Mangina (2006) связывают этот синдром с нарушением связей между лобной корой и лимбической системой. Они предлагают оригинальные методы диагностики (тест Мангины) и лечения данного заболевания путем восстановления баланса в системе «лобная кора—лимбика» (Mangina, Sokolov, 2006).

2.2.5. Социальная психофизиология. Обычно считается, что человека, личность создают условия жизни и воспитания. Однако влияние среды и культуры не монополюсно. Социальное поведение людей имеет эволюционную предысторию и реальную генетическую основу, созданную отбором. Возникнув в результате преемственности и развития, оно корнями уходит в инстинктивное поведение животных. Исследованием биологических основ социального поведения — не всегда видимых за наслоениями культуры, но от этого не теряющих своей значимости, — заняты представители таких наук, как этология, зоопсихология, психогенетика, эволюционная биология, эволюционная психология и социобиология. В рамках социальной психофизиологии изучаются мозговые структуры, специальным образом связанные с обслуживанием социальных форм поведения и межличностного общения. В частности, имеются в виду мозговые механизмы «ритуализированного поведения», агрессии и социальной иерархии (лидер—подчиненный), восприятия и генерации коммуникативных сигналов (выражения лица, речь) (Палмер, Палмер, 2003; Шехтер, Черноризов, 2006). Психофизиологическое исследование биологических основ социального поведения человека предполагает в качестве предварительного этапа анализ эволюции социальных отношений в сообществах живых организмов по схеме: системы в неживой природе => живые сис-

темы => сообщества => анонимные сообщества => семейные группировки и половой диморфизм => персонифицированные сообщества. Такой подход позволяет объединить в рамках единой схемы эволюционного развития разные аспекты изучения биологических основ социального поведения и специально выделить те из них, которые попадают в сферу компетенций социальной психофизиологии. Механизмы работы мозга могут не только объяснять некоторые особенности социального поведения человека, но и служить своеобразной моделью для организации социальных отношений в обществе (Бехтерева, 1994).

На XIII конгрессе только один симпозиум был прямо связан с проблематикой социальной психофизиологии — «Psychophysiology of social interactions» («Психофизиология социальных взаимодействий»). Он был полностью посвящен обсуждению механизмов мозга, обеспечивающих процессы пассивного и активного (проговаривание) чтения. С использованием фМРТ и регистрации вызванных потенциалов группе итальянских ученых (Casarotto et al., 2006) удалось показать, что в процесс чтения активно вовлечены левая средняя лобная извилина и средне-верхняя область левой височной извилины. Первая обеспечивает активацию внимания и вербально-моторной системы, а вторая — интеграцию сигналов зрительной и слуховой коры с целью установления соответствия между «графемами» и «фонемами».

2.3. Практико-ориентированные направления в современной психофизиологии

Современная фундаментальная психофизиология развивается в тесной связи с практикой. Однако некоторые разделы психофизиологии посвящены решению исключительно прикладных задач. К ним относятся **детекция лжи** (в современной редакции — детекция скрываемых знаний); диагностика и коррекция состояний **утомления, эмоциональных и стрессовых расстройств**; создание **искусственных органов чувств**. Эти области проекции фундаментальной психофизиологии на практику высокотехнологичны и опираются на объективную регистрацию активности мозга (ЭЭГ, ВП) и вегетативной нервной системы (электрокардиограмма — ЭКГ, фотоплетизмограмма — ФПГ, кожно-гальванические реакции — ЭКГ, электромиограмма — ЭМГ и др.). При коррекции психических расстройств и в стресс-менеджменте активно используются методы **биологической обратной связи и нейротренинга**, а в последнее время и совершенно новые технологии **«виртуальных сред» (кибертерапия)**.

Проблема скрываемых знаний (или детекция лжи), сыгравшая решающую роль в истории становления прикладной психофизиологии, имеет длительную научную и практическую историю. Основные успехи в продвижении к решению этой проблемы всегда были связаны с регистрацией показателей вегетативной нервной системы (ЭКГ, КГР, ФПГ, дыхание, ЭМГ). Несмотря на явные успехи в разоблачении с помощью

полиграфа намеренного обмана, у многих исследователей всегда оставались сомнения в правомерности полученных данных, поскольку полиграфические показатели отражают, прежде всего, степень эмоционального напряжения, а не те сложные когнитивные процессы, которые связаны с получением, хранением и извлечением информации о событиях нашей жизни. Начиная с работ J. P. Rosenfeld в 1970—80-е гг. и по настоящее время интенсивно разрабатываются альтернативные методы диагностики скрываемых знаний. В основе новых технологий лежит регистрация и анализ биоэлектрической активности головного мозга — ЭЭГ и так называемых «когнитивных вызванных потенциалов», регистрируемых в ответ на «семантически нагруженные» сигналы (лица, неживые объекты, вербальный материал) (Farwell, Donchin, 1991; Rosenfeld, 2006; Rosenfeld et al., 1987, 2004; Vendemia, 2003). В последнее время для поиска структур мозга, активно задействованных в процессе сокрытия информации, начинают привлекаться и самые современные методы неинвазивной визуализации активности мозга — метод функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) и метод позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) (Vendemia, 2003). Относительно немногочисленные данные, полученные здесь разными авторами и разными методами, противоречивы в деталях, но в целом убедительно свидетельствуют о наличии специфической связи когнитивных процессов человека с параметрами ЭЭГ и когнитивных вызванных потенциалов.

В рамках XIII конгресса были проведены два практико-ориентированных симпозиума: «Psychophysiology of ocular phenomena» («Психофизиология зрачковых феноменов») и «Deception detection in the 21st century» («Детекция лжи в XXI веке»). В докладе J. A. Stern (2006, США) представлены данные о влиянии факторов эмоционального и когнитивного характера (мотивация, антиципация, аффект) на свойства тонических и фазических реакций зрачка. В работе J. Тессе (2006, США) предложена и экспериментально обоснована двухфакторная модель механизмов частоты миганий глаз. Согласно этой модели, частота миганий (1) уменьшается при положительных (эйфория, релаксация) и увеличивается при отрицательных (тревога, страх; «hedonic arousal») эмоциях и эмоциональных состояниях; (2) уменьшается при сфокусированном и увеличивается при распределенном внимании. G. Ganis и S. M. Kosslyn (2006, США) провели фМРТ-исследование активности мозга в ситуациях, когда человек лжет и когда говорит правду. Оказалось, что различные типы лжи («ложь о себе», «ложь о других», «ложь о прошлом или будущем») сопровождаются разными, но частично перекрывающимися паттернами активности мозга. При этом все паттерны активности «лгущего мозга» в совокупности резко отличаются от паттерна активности «мозга, говорящего правду». Новое направление в детекции скрываемых знаний, опирающееся на регистрацию вызванных потенциалов мозга, было представлено на съезде работой пионера в этой области — J. Rosenfeld (2006,

США). Автором были изложены технологии использования волны P300 когнитивных ВП в детекторах лжи нового поколения (процедуры обследования, анализ данных, выявление «тайных» попыток со стороны обследуемого искусственно противостоять детектору лжи). Эффективность детекции лжи с использованием метода вызванных потенциалов достигает 85—100%, что с учетом низкого числа «положительных ошибок» (ложных обвинений) и высокой устойчивости к контрмерам со стороны обследуемого делает эти технологии очень перспективными и притягательными для практиков.

2.4. Методологические проблемы современной психофизиологии

В программе XIII конгресса доминировали экспериментальные работы. И только два выступления российских ученых в рамках симпозиума «Human—Neuron—Model» были прямо посвящены методологическим основаниям современной психофизиологии. Это доклад Е.Н. Соколова с изложением основ подхода «человек—нейрон—модель» и векторной психофизиологии (Sokolov, 2006) и доклад А.К. Крылова и Ю.И. Александрова о системно-функциональной и рефлекторной парадигмах в психофизиологии (Krylov, Alexandrov, 2006). Однако такое распределение приоритетов на конгрессе никоим образом не отражает реального высокого накала «методологических страстей» вокруг темы «мозг и психика» в современной психофизиологии и нейронауках. Ниже приводится краткое изложение сути наиболее значимых, на мой взгляд, дискуссий, разгорающихся на стыке психологии и естествознания.

2.4.1. Живые и неживые системы: два вида материи — два вида законов? В психофизиологии и нейробиологии утвердилось мнение, что свойства высокоразвитых живых систем не сводятся к физико-химическим свойствам системообразующих элементов. А как организованы системы в неживой природе? В каких отношениях находятся свойства неживых систем со свойствами образующих их элементов? Можно ли говорить о принципиальном сходстве (или различии) между живыми и неживыми системами и в каких пределах? Эти и ассоциативно связанные с ними другие вопросы активно обсуждаются в настоящее время представителями, прежде всего, естествознания — химиками, физиками, биологами и математиками.

Оставляя за скобками не соответствующие духу современной психофизиологии концепции «дуалистического интеракционизма» (Ch. Sherrington, W. Penfield, K. Popper, J. Eccles) и «научного материализма» («радикального физикализма» — J. Smart, D. Armstrong и другие) (Дубровский, 1971, 1994), обратимся к конструктивно мыслящим ученым-естествоиспытателям. В первую очередь, это знаменитый австрийский физик, один из основателей квантовой механики Эрвин Шредингер (1887—1961). В своих работах «Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки» (2002)

и «Мой взгляд на мир» (2005) он обсуждает с позиций физики вопросы, имеющие прямое отношение к проблемам возникновения психики, анализирует свойства живых и неживых систем. Э. Шредингер отмечает, что если в неживой природе существуют два пути возникновения упорядоченности (устойчивых систем) — «порядок из беспорядка» (статистическая природа) и «порядок из порядка» (часы, планетные системы), — то в живом организме путь только один — «порядок из порядка»: поддержание упорядоченности, борьба с энтропией — термодинамическим равновесием, смертью. Более того, автор приходит к выводу, что в живых системах действуют особые еще не описанные физические принципы. С этим нетривиальным как для физики, так и для нейронаук заключением солидарен другой знаменитый физик современности Роджер Пенроуз. В серии книг (2004, 2005 а, б) он пытается доказать наличие в человеческом мышлении «составляющей», которую никогда не удастся воспроизвести (смоделировать) с помощью ЭВМ. Для материалистически мыслящего физика это эквивалентно утверждению о том, что в природе (в том числе в мозге) существуют физические процессы, которые в своей основе являются принципиально невычислимыми. Р. Пенроуз предлагает искать эти невычислимые (неалгоритмизируемые) процессы за пределами тех областей физики, которые описываются известными сегодня физическими законами. Предположение Э. Шредингера о действии в живых системах особых физических процессов и гипотеза Р. Пенроуза о том, что эти процессы являются невычислимыми, хорошо согласуются с теорией нелинейных динамических (неравновесных) систем Нобелевского лауреата Ильи Пригожина (1917—2003) (Пригожин, Стенгерс, 2003, 2005). Пригожин предложил рассматривать любую систему тел в живой и неживой природе как неустойчивую. При этом устойчивые системы являются частными случаями неустойчивых систем, имеющих в качестве решения функции с большим временем прогнозируемости. Пример такой глобально неустойчивой системы — наша Вселенная, «открытость» которой вытекает, в частности, из факта асимметрии в ней количества частиц и античастиц. Такие тесно связанные между собой свойства неустойчивых систем, как «непредсказуемость» и «необратимость», закономерно приводят к необходимости введения для описания этих систем понятия «стрелы времени» (из «прошлого» в «будущее»). Обращение к понятиям хаоса и неопределенности как к казуальным сущностям при объяснении свойств материальных систем делает И. Пригожина ярким выразителем идей так называемой Копенгагенской группы. Представители этой группы физиков, возглавляемой в свое время знаменитым датским физиком-теоретиком Нильсом Бором (1885—1962), считали, что наблюдаемая в природе «неопределенность» — фундаментальное явление, и призывали принять это как аксиому, не подлежащую дальнейшему анализу. Другая группа ученых во главе с А. Эйнштейном (1879—1955) придерживалась детерминистических позиций и рассматривала «неопределенность» как меру нашего временного незнания ис-

тинных причин (скрытых переменных), которые детерминируют свойства материальных тел и выявление которых позволит предсказать их физическое состояние во времени (из «точки настоящего» в прошлое или в будущее). Лозунгом этой группы было крылатое выражение А. Эйнштейна: «Бог не играет в кости». В полном соответствии с идеями А. Эйнштейна все уравнения классической и квантовой физики позволяют получать решения, описывающие поведение системы тел как в будущем, так и в прошлом. Однако ряд физических гипотез и явлений противоречит такой детерминированной картине мира. Сюда относятся гипотеза Большого взрыва (о происхождении Вселенной), второй закон термодинамики (закон возрастания энтропии в естественных процессах, происходящих в замкнутой системе тел), процесс спонтанного излучения фотона атомом, рождение и исчезновение элементарных частиц, процессы самоорганизации вещества в химических реакциях (структуры А. Тьюринга) (Пенроуз, 2005 а). Работы И. Пригожина позволяют не только снять противоречия внутри самой физики, но и сгладить разрыв между науками о неживой и живой материи. Рассмотрение всех систем — и живых и неживых — как неустойчивых открывает широкие возможности для применения в психологии и науках о мозге методов, используемых в физике нелинейных явлений (методов нелинейной или хаотической динамики, теории вероятностей и многомерного статистического анализа). Необходимо отметить, что спор между сторонниками «детерминистской» и «вероятностной» методологий не завершен, и эти два подхода продолжают оставаться предметом оживленных методологических дискуссий в современном естествознании (подробнее см.: Губин, 1995, 2003).

Вероятное принципиальное сходство в организации и поведении систем в живой и неживой природе делает отчасти понятным удивительно активное обращение ученых-физиков к психофизиологической проблематике и изучению живой природы, с одной стороны, и пристальное внимание самих психофизиологов к физическим моделям описания неживой материи, с другой. В обоих случаях идет поиск творческих аналогий, подходов к решению, как можно предположить, принципиально одних и тех же проблем — общих для обеих форм существования материи.

2.4.2. Подходы к формулировке и решению психофизиологической проблемы в рамках современной психофизиологии. Психофизиологическая проблема — вопрос об отношениях между психикой и мозгом — изначально была сформулирована в рамках философии как вопрос об отношениях между «идеальным» и «материальным». Как философская эта проблема имеет известные решения (Дубровский, 1971, 1994). Как конкретно-научная, т.е. подлежащая экспериментальному исследованию, она была поставлена сначала в психологии, а затем и в нейробиологии. Однако психофизиологическая проблема не только представляет част-

ный научный интерес, но и имеет очевидное общетеоретическое значение, на что обращал самое пристальное внимание Л.С. Выготский (1982).

Выявление связи между тем или иным психическим процессом (состоянием) и мозгом — центральная проблема, конечная цель любого психофизиологического исследования. Особенно отчетливо проблема «психика и мозг» встает перед нами, когда в качестве «психического» берутся явления сознания и речь идет о выяснении двух главных вопросов: 1) как явления сознания связаны с мозговыми процессами? и 2) каким образом они способны управлять телесными изменениями?

Одна из главных трудностей при исследовании связи между психикой и мозгом состоит в том, что для описания психических явлений в психологии и их мозговых механизмов в естествознании используются принципиально разные понятийные системы. В понятийном аппарате психологии доминируют качественные категории типа «интенциональность», «смысл», «ценность», а в понятийном аппарате естественно-научных дисциплин (в том числе нейронаук) — количественные категории типа «масса», «энергия», «электрический потенциал» и т.п.

Первые попытки экспериментально решить психофизиологическую проблему связаны с именами двух знаменитых ученых первой трети XX в. — русского физиолога И.П. Павлова и его ученика, американского психолога К.С. Лешли. Павлов отстаивал принцип локальной специализации мозга (позиция «локализационизма», «психоморфологии»), а Лешли — принцип децентрализации мозга (позиция «эквипотенциализма»). Обе позиции подкреплялись солидным экспериментальным материалом. Точка зрения Павлова была созвучна идеям френологии австрийского анатома Ф. Галля (1776—1832) о локализации умственных и моральных свойств в отдельных участках мозга. Экспериментальные данные Лешли перекликались с данными работ Ф. Гольтца (1834—1902) и Ж. Флуранса (1794—1867), выполненных на низших животных, о зависимости нарушений поведения от объема поврежденного мозга, а не от локализации этих повреждений (откуда следовало, что масса мозга однородна и все его участки равноценны). Такое противоречие между двумя исторически связанными и близкими по духу школами «объективной психологии» послужило предметом для публичной дискуссии между И.П. Павловым и К.С. Лешли на страницах журнала «Психологическое обозрение» («*Psychological Review*») в 30-х гг. прошлого столетия (Сапецкий, 1999). В результате этой полемики ученые пришли к общей точке зрения, представляющей собой «золотую середину» между двумя исходно взаимоисключающими позициями:

«Факты церебральной физиологии настолько многообразны и различны, что по отношению к некоторым из них каждая теория является правильной, но по отношению ко всем в целом каждая теория является ложной. ...В каждой из... функций кора участвует, по-видимому, различным образом, и... выявляет возможные степени специализации — от стро-

гой локализации до полной эквипотенциальности (равнозначности) ее частей и эквипотенциальности с другими участками коры. Для объяснения этих факторов неправильно было бы решить вопрос или в пользу теории локализации, или в пользу теории децентрализации. Имеются факты в пользу обеих точек зрения, и всякая теория, претендующая на удовлетворительное разрешение вопроса, должна быть достаточно гибкой, чтобы объяснить все эти факты» (Лешли, 1933, с. 140).

По итогам диспута И.П. Павлов сформулировал «теорию динамической локализации функций в коре больших полушарий», согласно которой локализация функций реализуется в мозге через динамически меняющийся рисунок и динамику возбудительных и тормозных процессов. Другой «гибкой» теорией, учитывающей факты специализации и децентрализации мозга, является «теория распределенных систем мозга» Дж. Эйдельмана и В. Маунткасла (1981). Согласно этой теории, (1) группы модулей разных структур мозга образуют распределенные системы с множеством входов и выходов; (2) системы характеризуются избыточностью потенциальных командных пунктов, которые в разное время могут локализоваться в разных участках системы; (3) функция распределенной системы существенным образом зависит от ее текущей динамической активности, т.е. заключена в системе как таковой. В настоящее время можно утверждать, что вся современная психофизиология является системно-ориентированной наукой, учитывающей одновременно факт локальной специализации мозга. Суть такой гибкой позиции состоит в рассмотрении психических явлений как функций распределенных систем мозга, собранных из узкоспециализированных элементов и/или, по индукции, из функциональных систем более низкого порядка. При этом свойства и состояния таких систем (как системные явления) несводимы к свойствам и состояниям их элементов (к арифметическим комбинациям локальных специализаций). В итоге мозг как «орудие психики» можно представить в виде своеобразной иерархии функциональных систем, формирующихся в результате взаимодействия живых объектов с внешней средой (Александров, 2003). На мой взгляд, так понимаемый — вслед за К.С. Лешли и И.П. Павловым — гибкий учет принципов работы мозга позволяет представить целый ряд внешне далеких и часто противопоставляемых психофизиологических и психологических теорий как дополняющие друг друга концептуально оформленные «отражения» разных аспектов (психологических, физиологических) в функционировании живых систем. К этим теориям я бы отнес теории И.П. Павлова, К.С. Лешли, П.К. Анохина, Е.Н. Соколова, Дж. Эйдельмана и В. Маунткасла, Р. Сперри, Д. Хебба, К. Прибрама, Н.П. Бехтеревой, Н.А. Бернштейна, А.Н. Леонтьева. Все эти концепции должны как-то дополнять друг друга и стимулировать не столько стремление к размежеванию и борьбе с «редукционизмом», сколько поиск основы для объединения. Возможно, это потребует создания новой «мегатеории», способной учесть

и объяснить (а не вычеркнуть как артефакт) экспериментальные данные и концептуальные положения частных теорий.

Как двигаться к такой интеграции? Одна из уже реально обозначившихся здесь возможностей заключается в поиске предельно простых элементов, из которых как из «атомов» строятся простые функциональные системы, из простых — более сложные и т.д. На каждом этапе такого поиска решается задача идентификации физиологических и психологических свойств, обнаруживаемых новыми системами и их объединениями с уже существующими «старыми» системами. Впервые такую идею выдвинул И.П. Павлов: «Нельзя ли найти такое элементарное психическое явление, которое... могло бы считаться вместе с тем и чистым физиологическим явлением, и, начав с него — изучая строго объективно условия его возникновения, — получить объективную физиологическую картину всей ВНД животных...?» (цит. по: Сапецкий, 1999, с. 915). В качестве такой единицы анализа психики И.П. Павлов предлагал использовать элементарный «условный рефлекс», П.К. Анохин — «функциональную систему», А.Н. Леонтьев — «операции» и «действия», включенные в контекст текущей «деятельности». Такой подход созвучен позициям современных психофизиологов, в частности английского исследователя механизмов памяти Стивена Роуза (1995). Для иллюстрации сути «атомных аллюзий» в психофизиологии С. Роуз обращается к Розеттскому камню — черному обелиску, вывезенному в 1799 г. Наполеоном Бонапартом из г. Розетта (Египет) и ныне хранящемуся в качестве трофея в Египетской галерее Британского музея. На камне высечено постановление собрания египетских жрецов от 196 г. до н.э. (г. Мемфис) по поводу празднования первой годовщины коронации царя Птолемея V Епифана (203—181 г. до н.э.). Надпись одного и того же содержания сделана тремя способами — на древнеегипетском языке (иероглифы), египетской скорописью (демотическое письмо) и по-гречески. Используя греческую надпись как «ключ», французский ученый Ф. Шампольон в 1822 г. расшифровал египетские иероглифы. По мнению Роуза, таким «Розеттским камнем» для психофизиологии является память, что созвучно представлениям И.М. Сеченова о памяти как о «краеугольном камне психического развития».

Необходимо заметить, что идеи поиска «Розеттского камня в психофизиологии» внешне выглядят как римейк идей структурной психологии² о разложении психики (путем интроспекции) на базовые элементы

² Программа изучения психики в рамках этого направления, связанного с именами В. Вундта (1832—1920) и его ученика Э. Титченера (1867—1927), ориентировалась на схему исследований, принятую в естествознании (например, химии), — разложение целого на составные элементы. Отсюда метафора для обозначения этой школы — «ментальная химия». За трактовку сознания как устройства «из кирпичей и цемента» структурная психология была подвергнута критике представителями гештальтпсихологии и функциональной психологии.

(ощущения, образы, чувства). Новым является введение ограничения на свойства такого «психофизиологического атома», который должен в необходимой и достаточной степени репрезентировать свойства не только психических явлений, но и лежащих в их основе физиологических процессов. Насколько принципиально такое дополнение меняет облик классической структурной психологии, зависит, очевидно, от «содержания кирпича» («ощущение», «условная реакция», «деятельность»).

В отношении психофизиологической проблемы до сих пор остается актуальным высказывание И.П. Павлова на XV Международном физиологическом конгрессе (Рим, 1932 г.): «Я убежден, что приближается важный этап человеческой мысли, когда физиологическое и психологическое, объективное и субъективное действительно сольются, когда фактически разрешится или отпадет естественным путем мучительное противоречие или противопоставление моего сознания моему телу» (Павлов, 1951, с. 435).

2.4.3. Психофизиологическая проблема в контексте современного естествознания: аналоги в физике и химии. На мой взгляд, своеобразным аналогом психофизиологической проблемы в химии является проблема изомерии органических соединений, а в физике — проблема взаимоотношений между свойствами вещества на микро- и макроуровнях. Суть аналогии состоит в том, что все эти три проблемы можно представить как три разных аспекта одной общей проблемы взаимоотношений между свойствами системы и свойствами ее элементов.

Понятие «изомерия» (греч. *isos* — одинаковый, *meros* — часть) является одним из фундаментальных понятий для органической химии. Изомеры — это органические соединения, обладающие различными свойствами, но имеющие при этом один и тот же состав и одинаковую молекулярную массу. Феномен изомерии, известный в химии с 1830 г., получил достаточно полное объяснение в теории строения органических соединений А.М. Бутлерова (1828—1886). Согласно этой теории, изменение молекулярного строения влечет за собой изменение взаимного влияния атомов в молекуле и как следствие — изменение свойств соединения. Это важное положение теории — стержень Бутлеровской школы (В.В. Марковников, А.Е. Фаворский и другие) — является центральным в современной органической химии.

Если проблема изомерии органических соединений имеет принципиальное решение в современной химии, то проблема взаимоотношения свойств материи на микро- и макроуровнях остается открытой и актуальной проблемой современной физики (Губин, 2003; Пенроуз, 2005 а, б; Пригожин, Стенгерс, 2003, 2005). В физике объекты разных размеров описываются разными теориями с точки зрения двух разных подходов. Для описания поведения микрообъектов используется квантовая механика, которая обладает высочайшей точностью и абсолютно детерминистична. Например, в квантовой электродинамике, представ-

ляющей собой сочетание квантовой механики, электродинамики Максвелла и специальной теории относительности Эйнштейна, точность некоторых расчетов доходит до 10^{-11} . Наиболее известное соотношение квантовой механики — уравнение Шредингера, описывающее (определяющее) физическое состояние квантовой системы. Неопределенность в квантовой механике возникает лишь при осуществлении измерения, которое требует увеличения масштаба события для перехода с квантового (микро-) уровня на классический — макроуровень. При больших масштабах используются представления классической физики, включающей в себя законы механики Ньютона, законы Максвелла, специальную и общую теории относительности Эйнштейна. Причем все эти законы выполняются при больших расстояниях между физическими объектами и, как и в квантовой механике, с высокой точностью (точность законов механики Ньютона достигает 10^{-7}).

Итак, есть две группы объектов (микро- и макро-) и есть две группы высокоточных теорий, описывающих свойства этих объектов. И проблема здесь состоит (как это осознается и специально обсуждается самими физиками) в следующем. Если физики правильно понимают законы квантовой механики, описывающие квантовые состояния на микроуровне, то из этих законов должны выводиться (путем некоторой суперпозиции) законы классической физики, описывающие поведение объектов на макроуровне. Однако для перехода с квантового уровня на «классический» приходится прибегать к теории вероятностей, и на практике физики пользуются либо квантовым, либо классическим способом описания. Таким образом, в современной физике создалась ситуация «двоевластия», когда ученые имеют разные наборы законов отдельно для классического и отдельно для квантового уровня описания материального мира. Эта методологическая ситуация в физике очевидным образом напоминает ситуацию в современной психофизиологии, где для описания психических процессов и состояний на макроуровне используются одни теории, а для описания их нейронных механизмов на микроуровне — совершенно другие. И связь между этими двумя разными способами описания, как и в физике, носит вероятностный характер (например, связь между выделяемыми психологами свойствами «внимания», с одной стороны, и параметрами ЭЭГ, с другой).

2.4.4. Существуют ли принципиальные ограничения возможности познания отношений между мозгом и психикой в рамках естественно-научной парадигмы. Первое ограничение, которое обычно имеют в виду психологи, — это уже отмеченная проблема применения количественных процедур измерения и категорий, принятых в естествознании, к описанию преимущественно качественных феноменов, изучаемых психологией. Возможный путь для решения этой проблемы — упомянутый выше поиск сущностных аналогий между поведением живых (в том числе социальных) и неживых систем и соответственно унификация методов их

исследования и описания. Для психологии это может означать внедрение количественных измерительных процедур, принятых в естествознании (например, методов нелинейной динамики), а для естествознания — «гуманитаризацию» понятийного аппарата и использование представлений, принятых в гуманитарных науках для описания феноменов качественного характера (например, введение понятия «стрелы времени» И. Пригожина в описание неживых систем).

Другое ограничение следует из области гносеологии и связано с именем австрийского математика и логика Курта Геделя (1906—1978). В тексте решения Гарвардского университета (1952) о присуждении К. Геделю почетной докторской степени его работа «О формально неразрешимых предложениях *Principia Mathematica* и родственных систем» (1931) была названа одним из величайших достижений логики, проливающих свет на наше мышление и его возможности в познании себя и окружающего мира (Нагель, Ньюмен, 1970). Великий математик Д. Гильберт поставил вопрос о возможности однозначно и навсегда определить все допустимые методы математического рассуждения в пределах той или иной области знаний (вторая проблема в списке «проблем Гильберта»³). Решение этой задачи означало бы, что всю науку можно представить в виде набора некоторых формальных систем. Идеальным примером для такой процедуры всеобщей формализации может служить геометрия.

Геометрия и дедуктивные науки в целом базируются на идее, что любое верное утверждение может быть получено в результате строгого логического доказательства. Древние греки первыми успешно использовали так называемый «аксиоматический метод» для систематического изложения основ элементарной геометрии. Согласно этому методу, некоторые предложения (аксиомы), или постулаты (например, «через любые две точки можно провести одну и только одну прямую»), принимаются без доказательства. Остальные же предложения (теоремы) выводятся с помощью правил вывода (логических законов) из аксиом как «надстрой-ка» из «базиса». Такая формализация, как проверено веками, гарантирует истинность и совместимость (непротиворечивость) теорем геометрии (и не только). Отсюда аксиоматически организованная формализация представляется в современном естествознании своего рода идеальным образцом процедуры получения нового научного знания. Возникает вопрос (задача Гильберта): а можно ли и другие научные дисциплины, кроме геометрии, построить на такой же строгой аксиоматической основе? И как раз фундаментальный трехтомный труд А.Н. Уайтхеда и Б. Рассела

³ *Проблемы Гильберта* — список из 23 кардинальных проблем математики, представленный Давидом Гильбертом на II Международном конгрессе математиков (Париж, 1900 г.). На тот момент времени эти проблемы, охватывающие основания математики, алгебру, теорию чисел, геометрию и др., еще не были решены. К настоящему времени решено 16 проблем.

«Principia Mathematica» (1910—1913), на который откликнулся своей знаменитой статьей К. Гедель, был посвящен попытке представить арифметику целых чисел как часть формальной логики. Работа Геделя показала несостоятельность такого убеждения (Крайзель, 2003; Нагель, Ньюмен, 1970; Успенский, 1982). Он продемонстрировал, что не может существовать формальная система, которая была бы одновременно и непротиворечивой и полной. К. Гедель представил обескураживающий вывод о существенной *неполноте*⁴ арифметики, т.е. об ограниченности аксиоматического метода, в силу которой даже «обычная» арифметика не может быть полностью аксиоматизирована (=первая теорема Геделя о неполноте). Это означает, что не каждое истинное предложение (теорема) данной системы, выводится из ее аксиом. При этом существенность такой неполноты означает, что если даже добавить это «невыводимое предложение» в базис системы как еще одну аксиому, всегда можно найти еще одно предложение, не выводимое из уже расширенной системы. Таким образом, теорема К. Геделя состоит в доказательстве невозможности доказательства некоторых арифметических утверждений средствами самой арифметики как замкнутой целостной системы аксиом. Доказательства такого рода («доказательства невозможности доказательства»), представленные рядом математиков и до К. Геделя (Гаусс, Лобачевский, Риман), имеют громадное значение для понимания природы нашего мышления и демонстрируют поразительный факт возможности доказывать в качестве теоремы невозможность доказательства некоторых утверждений средствами данной системы. Более того, К. Гедель доказал, что для широкого класса дедуктивных теорий нельзя доказать их *непротиворечивость*⁵, если не воспользоваться в доказательстве столь сильными методами, не принадлежащими правилам вывода данной аксиоматической системы, что их собственная непротиворечивость окажется в еще большей степени подверженной сомнениям, нежели непротиворечивость самой рассматриваемой теории (=вторая теорема Геделя о неполноте). В итоге получается, что нельзя дать решительно никаких гарантий того, что многие важные области математики (и, соответственно, базирующиеся на них разные области науки в целом) полностью свободны от внутренних противоречий.

Итак, К. Гедель доказал, что идеал формалистов принципиально недостижим. И это на фоне общего твердого убеждения в том, что аристотелева теория правильных форм логического вывода является самодостаточной и не нуждается в дальнейшем развитии. И. Кант в 1787 г. утвер-

⁴ Система называется *полной*, если любое математическое утверждение, должным образом сформулированное в рамках этой системы, всегда оказывается либо истинным, либо ложным (т.е. неразрешимых утверждений система не содержит).

⁵ Внутренняя *непротиворечивость* (совместимость) системы означает невозможность вывода из противоречащих друг другу положений, которые являются одновременно истинными и ложными.

ждал, что формальную логику Аристотеля «не продвинешь дальше ни на один шаг — это наиболее совершенная и полная из всех наук» (цит. по: Нагель, Ньюмен, 1970, с. 56).

Каково же значение этих следствий из теоремы Геделя для психофизиологии и, более широко, для психологии и гуманитарных наук в целом? Дело в том, что большинство ученых рассматривают принятый в естествознании формально-логический метод познания как идеальный и всячески стараются следовать ему. В связи с работами Геделя в общей теории познания (гносеологии) возникает вопрос, а так ли уж продуктивен и безукоризнен индуктивно-дедуктивный (формально-логический) метод как единственно возможный и идеальный для получения нового знания? Этот вопрос чаще всего возникает у представителей гуманитарных наук, традиционно отстаивающих право на собственные методы познания. Для примера вспомним дискуссию по этому вопросу между психологом А.Ф. Лазурским (1874—1917) и его учителем В.М. Бехтеревым (1857—1927). Из работы Геделя можно сделать вывод, что процессы нашего мышления не сводятся к полностью формализуемым процедурам, и нам еще предстоит открывать и изобретать новые принципы доказательств. Психофизиология, развивающаяся на стыке естествознания, психологии и философии, является идеальной экспериментальной площадкой для поиска и «обкатки» таких новых принципов и методологических парадигм, дополняющих традиционные методы познания. Однако все вышесказанное никоим образом не означает наличия в природе неких принципиально непознаваемых сущностей или того, что роль строгого доказательства отныне должна занять «мистическая интуиция».

3. Заключение. Психофизиология XXI в. как «форма» активного диалога между естественнонаучным и гуманитарным знанием

Области традиционно психологического знания, касающиеся мышления, сознания, личности и социальных коммуникаций, подвергаются в настоящее время активной экспансии со стороны смежных (и не очень) наук. С одной стороны, это результат характерного для естествознания настойчивого стремления к материалистическому объяснению явлений нематериального свойства. С другой стороны, это является отражением четко выраженных интегративных тенденций в самом естествознании. В частности, в науках о мозге это проявляется в виде стремления ученых самой разной ориентации (анатомия, биохимия, нейрогенетика, нейрофизиология и т.п.) к объединению в рамках единой *нейронауки*. Наглядный пример такой тенденции к интеграции — решение XXXIV Международного конгресса физиологических наук (Новая Зеландия, 2001 г.) о новой форме проведения заседаний в виде «синтезий» (от греч. *synthesis* — соединение), а не привычных «симпо-

зиумов» (от греч. symposion — совместное пиршество). В рамках синтезий, конечно, не запрещаются пиршества, но принципиально по-другому формулируется задача для докладчиков: используя все достижения современной науки, выйти в анализе своих данных за пределы узкой профессиональной области и рассмотреть свой предмет в контексте перспектив развития физиологии в целом.

Такая активность естествознания в несвойственных ей областях воспринимается многими психологами как «вмешательство во внутренние дела психологии», приводящее к сужению ее исторически сложившихся компетенций и размыванию терминологической базы. На мой же взгляд, в кажущемся вторжении естествознания в психологию нет ничего страшного, редуционистского. Дело в том, что проблемы естествознания, касающиеся взаимоотношений «целого и образующих его частей», «системы и ее элементов», «качества и количества», «необратимости времени», имеют очевидные пересечения с похожими проблемами в психофизиологии, психологии и философии (диалектика Гегеля, диалектическая логика) (Ильенков, 1984). Если это так, то для решения всего этого широкого круга методологических проблем продуктивным было бы *объединение* усилий представителей естественнонаучного и гуманитарного знания вокруг поиска неких фундаментальных законов не отдельно физики, химии, биологии и психологии, а ПРИРОДЫ в целом. Но, как и в начале прошлого столетия, одним из главных препятствий на пути такой интеграции встает отсутствие устраивающего все стороны ответа на следующий вопрос: какие объяснительные (методологические) принципы и фундаментальные явления природы взять в качестве основы для интеграции и соответственно создания более общей науки — своеобразной философии частных наук? Важно отметить, что для обсуждения современных подходов к поиску ответа на этот вопрос фундаментальное значение имеет работа Л.С. Выготского «Исторический смысл психологического кризиса. Методологическое исследование» (1927) (Выготский, 1982). Актуальные и в настоящее время положения этой работы, спроецированные на современные нейронауки и психологию, заслуживают тщательного специального анализа.

Конечно, естествознание приходит в психологию со своим понятийным аппаратом и методологией исследования. Но все это приводит к разным формам редуционизма, а то и к подмене самого предмета изучения, только в случае отсутствия встречной активной позиции самих психологов. «Позиция» у психологов, конечно, есть и даже очень активная — «не замечать». Но она монологична и вследствие этого не очень продуктивна. На мой взгляд, требуемая (желаемая) форма отношения со стороны психологов к такому положению дел — не активное отрицание, выстраивание новых или обновление старых междисциплинарных заборов, а интеграция и *активный диалог* двух лишь внешне, но не сущностно разных культур получения знаний о себе и мире. В силу разных при-

чин именно такой позиции придерживается западная психология. Практически все разделы и направления современной западной психологии развиваются (и в учебном и в исследовательском плане) в тесной связи с психофизиологией и нейронауками в целом. Для примера можно обратиться, с одной стороны, к широко известному международному изданию учебника Г. Клейтмана, А. Фридлунда и Д. Райсберга (2001), а с другой — к знаменитой системе комплексной подготовки специалистов и практике организации междисциплинарных научных исследований в Массачусетском технологическом институте (США).

С чего начать нам, отечественным психологам? С налаживания творческого диалога между представителями разных направлений, субкультур внутри самой психологии. Для университета это означает междисциплинарность в подготовке кадров, межкафедральность в исследованиях и подготовке печатных изданий по той или иной проблеме. Например, можно было бы предложить подготовку на межкафедральной основе специальной серии книг, посвященных междисциплинарному анализу ключевых проблем психологии с опорой на данные отечественной и зарубежной науки.

Завершая работу, посвященную проблемам современной психофизиологии, можно отметить, что судьба этой отрасли психологического знания аналогична судьбам ряда других междисциплинарных, «стыковых», научных направлений (например, биофизики и биохимии, физхимии и химфизики, психогенетики). Положение этих пограничных наук можно охарактеризовать названием популярного советского фильма «Свой среди чужих, чужой среди своих». Совершенствование методов исследования и экспериментальной техники привело к разделению науки на все более узкие направления. В результате количество и качество, т.е. достоверность и надежность информации, возросли. Однако при обратной попытке объединить разрозненные знания возникли проблемы, связанные с трудностями «перевода» и отсутствием должным образом подготовленных специалистов. «Как в военной стратегии самые слабые места обороны и наступления оказываются на стыках фронтов, в науке наименее разработанными остаются области, не поддающиеся однозначной классификации. Но там же *делаются и основные открытия современности*» (Загорский, [электронный ресурс]).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров Ю.И.* Введение в системную психофизиологию // Психология XXI века / Под ред. В.Н. Дружинина. М., 2003.
- Анохин К.В.* Молекулярные сценарии консолидации долговременной памяти // Журн. Внд. 1997. Т. 47. № 2.
- Анохин П.К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М., 1968.
- Безденежных Б.Н.* Динамика взаимодействия функциональных систем в структуре деятельности. М.: ИП РАН, 2004.

- Бехтерева Н.П.* Законы мозга и законы общества // Мозг и разум / Под ред. Д.И. Дубровского. М., 1994.
- Векторная психофизиология: от поведения к нейрону / Под ред. Е.Н. Соколова, А.М. Черноризова.* М.: Изд-во МГУ, 2007 (в печати).
- Вундт В.* Проблемы психологии народов. СПб., 2001.
- Вундт В.* Введение в психологию. М., 2007.
- Выготский Л.С.* Исторический смысл психологического кризиса. Методологическое исследование // Выготский Л.С. Собр. соч.: В 6 т. Т. 1. М., 1982.
- Глас Л.Г., Мэки М.* От часов к хаосу (ритмы жизни). М., 1991.
- Голдберг Э.* Управляющий мозг. М., 2003.
- Губин В.Б.* Прави Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и действительный механизм формирования объектов) // Вопр. филос. 1995. № 5—6.
- Губин В.Б.* О физике, математике и методологии. М., 2003.
- Дубровский Д.И.* Психические явления и мозг. М., 1971.
- Дубровский Д.И.* Психика и мозг: результаты и перспективы исследований // Мозг и разум / Под ред. Д.И. Дубровского. М., 1994.
- Думенко В.Н.* Высокочастотные компоненты ЭЭГ и инструментальное обучение. М., 2006.
- Ежов А.А., Шумский С.А.* Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М., 1998.
- Загорский В.В.* Общая и неорганическая химия: курс лекций за 2006—2007 гг. для студентов МГУ. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/general/lecture1.html>.
- Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М.* Психофизиология цветового зрения. М., 1989.
- Ильенков Э.В.* Диалектическая логика. М., 1984.
- Клейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.* Основы психологии. СПб., 2001.
- Корочкин Л.И., Михайлов А.Т.* Введение в нейрогенетику. М., 2000.
- Крайзель Г.* Биография Курта Геделя. М.; Ижевск, 2003.
- Лешли К.С.* Основные нервные механизмы поведения // Психология. 1930. Т. 3. Вып. 3.
- Лешли К.С.* Мозг и интеллект. М.; Л., 1933.
- Лурия А.Р.* Основы нейропсихологии. М., 2006.
- Нагель Э., Ньюмен Дж.Р.* Теорема Геделя. М., 1970.
- Павлов И.П.* Полное собрание сочинений: В 6 т. (8 кн.) Т. 3. Кн. 2. М.; Л., 1951.
- Палмер Дж., Палмер Л.* Эволюционная психология. Секреты поведения Homo sapiens. СПб.; М., 2003.
- Пенроуз Р.* Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М., 2005 а.
- Пенроуз Р.* Тени разума. В поисках науки о сознании. М.; Ижевск, 2005 б.
- Пенроуз Р., Шимони А., Картрайт Н., Хокинг С.* Большое, малое и человеческий разум. М., 2004.
- Пригожин И., Стенгерс И.* Квант. Хаос. Время. К решению парадокса времени. М., 2003.
- Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М., 2005.
- Роуз С.* Устройство памяти. От молекул к сознанию. М., 1995.
- Сапецкий А.О.* Диалог физиолога с психологом // Журн. ВнД. 1999. Т. 49. № 6.
- Соколов Е.Н.* Векторный код в восприятии стимулов и реализации реакций // Нейрокомпьютеры. Разработка и применение. 2002. № 1—2.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс. Новый взгляд. М., 2003.
- Соколов Е.Н.* Очерки о механизмах сознания. М.: Изд-во МГУ, 2007 (в печати).
- Соколов Е.Н., Незлина Н.И.* Долговременная память, нейрогенез и сигнал новизны // Журн. ВнД. 2003. Т. 53. № 4.

- Соколов Е.Н., Палихова Т.А.* Нанонейроника // Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти А.Р.Лурия. Белгород, 2007.
- Успенский В.А.* Теорема Геделя о неполноте. М., 1982.
- Хакен Г.* Принципы работы головного мозга. Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М., 2001.
- Хакен Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным проблемам. М., 2005.
- Хэссет Дж.* Введение в психофизиологию. М., 1981.
- Черноризов А.М.* Нейронные механизмы цветового зрения: Автореф. дис. ... докт. психол. наук. М.: МГУ, 1999.
- Черноризов А.М.* Сферическая модель ахроматического зрения: данные внутриклеточного исследования сетчатки виноградной улитки *Helix lucorum* L. // Нейрокомпьютеры. Разработка и применение. 2005. № 4—5.
- Черноризов А.М., Зимачев М.М., Шехтер Е.Д., Гарусев А.В.* Механизмы ахроматического зрения виноградной улитки *Helix lucorum* L.: данные внутриклеточного исследования светочувствительных клеток сетчатки // Журн. ВНД. 2007. Т. 57. № 1.
- Черноризов А.М., Литвинов Е.Г.* Имитационная модель нейронного ансамбля, реализующего сетевую организацию векторного кодирования информации // Нейрокомпьютеры. Разработка и применение. 2004. № 2—3.
- Черноризов А.М., Соколов Е.Н.* Векторный принцип преобразования информации о цвете в слое биполярных клеток сетчатки карпа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2001. № 1.
- Шехтер Е.Д., Черноризов А.М.* Социальная психофизиология // Психофизиология / Под ред. Ю.А. Александрова. СПб., 2006.
- Шредингер Э.* Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки. 3-е изд. М., 2002.
- Шредингер Э.* Мой взгляд на мир. М., 2005.
- Эйдельман Дж., Маунткасл В.* Разумный мозг. М., 1981.
- Axtacher N. et al.* Increased working memory demands recruit mediotemporal networks: a combined intracranial EEG and fMRI study // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Basar E., Guntekin B.* The key role of alpha activity in «creative evolution» // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Begleiter H., Porjesz B.* The genetics of brain oscillations // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Casarotto S. et al.* Physiological reading processes by integrating ERP and fMRI data // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Chernorizov A.M.* Vector encoding of light intensity in neuronal nets of snail eye // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Danilova N.N.* Frequency-specific analysis of gamma-oscillations // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Demiralp T. et al.* The interaction of theta- and gamma-oscillations in human cognition // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Desimone R.* Neural synchrony and selective attention // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Farwell L.A., Donchin E.* The truth will out: interrogative polygraphy («lie detection») with event-related brain potentials // Int. J. Psychophysiol. 1991. Vol. 28. № 5.
- Ganis G., Kosslyn S.M.* fMRI studies of different types of deception // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Guntekin B., Basar E.* Alpha- and theta-oscillations in recognition of facial expressions // Int. J. Psychophysiol. 2006. Vol. 61. № 3.
- Kandel E.R.* A new intellectual framework for psychiatry // Amer. J. of Psychiatry. 1998. Vol. 155.

Krylov A.K., Alexandrov Yu.I. Modeling of a reflex-based agent situated in an environment reveals the limits of the stimuli presentation paradigm // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Magistretti P. Neuron-glia metabolic coupling and plasticity // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Mangina C.A., Beuzeron-Mangina J.H. Memory workload paradigm, event-related brain potentials, bilateral electrodermal activity and Mangina-test in «pure» learning disabilities as compared to comorbid pathologies with ADHD and age-matched normal controls // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Mangina C.A., Sokolov E.N. Neuronal plasticity in memory and learning abilities: Theoretical position and selective review // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Mesulam M. Large-scale network organization of spatial awareness // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Neuper C. et al. ERD/ERS during cognitive task performance: its reliability and sensitivity to individual abilities // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Rosenfeld J.P. The complex trial (CT) protocol: a new protocol for deception detection // *Int. J. Psychophysiology.* 2006. Vol. 61. № 3.

Rosenfeld J.P., Nasman V.T., Whalen R., Cantwell B., Mazzeri L. Late vertex positivity as a guilty knowledge indicator: A new method of lie detection // *Int. J. Neurosci.* 1987. Vol. 34. № 1—2.

Rosenfeld J.P., Soskins M., Bosh G., Ryan A. Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information // *J. Psychophysiol.* 2004. Vol. 41. № 2.

Segal M. Anatomical basis of memory: lessons from cultured neurons // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Sokolov E.N. Research strategy in psychophysiology: human, model, neuron // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Solms M. Brain mechanisms of dream // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Stern J.A. Affect, cognition and pupil // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Struber D. et al. In search for a possible role of the alpha-band in multistable visual perception // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Tass P. Model-based development of desynchronizing brain stimulation techniques // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Tecce J.J. A two-factor model of blink frequency: hedonic arousal and attention // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Vaitkevichus H. et al. Vector encoding of independent stimulus features (orientation and movement direction) in the visual system of cats // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 61. № 3.

Vendemia J.M.C. Neural mechanisms of deception and response congruity to general knowledge information and autobiographical information in visual two-stimulus paradigms with motor response // Report No. DoDPI99-P-0010. Washington, DC: Department of Defense Polygraph Institute, 2003.

Поступила в редакцию
31.08.07