

Российская академия наук Институт психологии

В.Б.ШВЫРКОВ,

ВВЕДЕНИЕ

В ОБЪЕКТИВНУЮ

ПСИХОЛОГИЮ

НЕЙРОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПСИХИКИ

Москва 1995



Отредактировал и опубликовал на сайте PRESSI (HERSON)

В.Б.ШВЫРКОВ. ВВЕДЕНИЕ В ОБЪЕКТИВНУЮ ПСИХОЛОГИЮ.

НЕЙРОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПСИХИКИ. - М.: Институт психологии РАН, 1995 г. —162 с.

ISBN-5-201-02192-1

В книге дан глубокий теоретический анализ методологических оснований разных направлений исследования в психологии и психофизиологии. Посмертное издание последней книги В.Б. Швыркова в которой, рассмотрены причины трудностей, возникающих при решении психофизиологической проблемы и изучении нейрональных основ психики и поведения с использованием структурно-функционального и коррелятивного подходов. Предложен путь решения этих и ряда других проблем на основе развитой автором и его сотрудниками системно-эволюционной теории. Книга адресована философам, психологам, психофизиологам, физиологам и специалистам смежных дисциплин.

Монография подготовлена при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда (проект № 93—06—10787).

ISBN-5-201-02192-1

Утверждено к печати Институтом психологии РАН. *Ответственный редактор:* доктор психол. наук Ю.И. Александров.

© Швырков В.Б., 1995 г.

© Институт психологии РАН, 1995 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автор этой книги, Вячеслав Борисович Швырков, родился в 1939 году. В 16 лет он пришел в лабораторию П.К.Анохина, одним из ближайших учеников которого впоследствии стал. Теория функциональных систем, развиваемая П.К.Анохиным и его школой, была для Вячеслава Борисовича больше чем просто научной концепцией. Она определяла не только постановку конкретных экспериментальных задач, которые он решал очень эффективно (первые публикации В.Б. Швыркова вышли в 1960 г., когда он был студентом 2-го курса), но и обуславливала в целом его понимание происхождения и организации Жизни, отношение к ней.

Вячеслав Борисович умел заражать энтузиазмом научного поиска и студентов, делающих первые шаги в науке, и подготовленных ученых. Уже в то время, когда он учился в аспирантуре под руководством П.К. Анохина, вокруг Вячеслава Борисовича начал формироваться коллектив единомышленников, ставший базой возглавленной им позже лаборатории

«Нейрофизиологических основ психики» (Институт психологии АН СССР, затем РАН), которая была образована в 1972 году по инициативе и при участии П.К. Анохина и Б.Ф. Ломова.

Многолетние исследования Вячеслава Борисовича и его учеников привели к формированию новой дисциплины: *системной психофизиологии*, задачей которой является изучение закономерностей формирования и реализации систем, составляющих индивидуальный опыт, их таксономии, динамики межсистемных отношений в поведении и деятельности. Одним из наиболее важных этапных результатов на этом пути явилось решение психофизиологической проблемы, основанное на анализе с позиций теории функциональных систем материала, полученного в его

собственных экспериментах и в экспериментах его учеников. Суть этого решения состоит в том, что «психическое» и «физиологическое» являются различными аспектами описания единых общемозговых системных процессов. Принципиальное значение имело также установление в руководимой им лаборатории факта системной специализации нейронов, что открыло совершенно новые возможности экспериментального исследования индивидуального опыта человека и животных.

Верно оценить масштаб совершенного Вячеславом Борисовичем Швырковым — значит понять, что он осуществил истинный переворот в науке, создав не только новую дисциплину, но, по существу, *новое мировоззрение*, систему представлений, не сводимых к какой-либо из существующих отдельных областей науки.

Для большинства из тех, кто хотя бы раз побеседовал с В.Б.Швырковым или прочитал некоторые из его основных работ, было очевидно, с каким талантом, с какой выдающейся личностью они имеют дело. Однако, разработанная им парадигма, именно в силу ее принципиальной новизны, входила в противоречие с устоявшимися и широко принятыми в физиологии, психофизиологии и психологии представлениями. Рано или поздно ряду его коллег это противоречие становилось очевидно — обнаруживалось, что данная парадигма не просто заставляет модифицировать элементы «защитного пояса» их исследовательской программы, но покушается на «ядро» последней, на те аксиомы, которые лежат в основе всех их взглядов, научной «картины мира». Поэтому, а также потому, что Вячеслав Борисович был совершенно бескомпромиссным в научной полемике и, следовательно, не очень-удобным человеком, он чаще слышал не аплодисменты, хотя и такое бывало, но сталкивался с более или менее эмоциональными возражениями или с раздраженным непониманием. Ему досталось не многое из того, что можно было бы назвать официальными регалиями. Впрочем, он был к ним достаточно равнодушен, хотя и понимал значение последних для выживания развиваемого им и его учениками направления.

Было бы явным упрощением редуцировать целостную систему представлений, разработанных В.Б.Швырковым, к одной теории. Вместе с тем следует отметить, что он сам считал своим основным научным результатом, центральным стержнем всего

мировоззрения системно-эволюционную теорию. Эта теория является развитием идей П.К. Анохина, причем развитием творческим, связанным с радикальной модификацией классической теории функциональных систем. Обоснованию системно-эволюционной теории и рассмотрению вариантов ее использования для решения центральных проблем психологии, психофизиологии, нейронаук посвящена эта книга, которую Вячеслав Борисович не успел завершить. Он умер 4 июня 1994 г.

После основного текста книги, подготовленного вчерне еще самим В.Б.Швырковым, приводятся с небольшими сокращениями две статьи автора, полностью опубликованные в «Психологическом журнале» (1988, т.9, № 4 и 1993, т.14, № 6). В них отражены результаты последних очень существенных теоретических разработок автора, дополняющих материал основного текста. Думаю, что если бы Вячеслав Борисович, всегда очень тщательно работавший с рукописями, готовил книгу сам, он внес бы в итоговый вариант много изменений, упрощающих восприятие материала, убирающих некоторые подробности или, наоборот, дополняющих описание не очевидных логических переходов. Мы, его ученики, не сочли возможным вносить в текст какие-либо существенные изменения, кроме некоторых редакторских правок. Сохранены даже скобки, оставленные пустыми, как указание на намерение автора привести в данном месте ссылку. В связи с отмеченными особенностями рукописи представляется полезным предварить текст кратким изложением системно-эволюционной теории, выделив те ее положения и связи между ними, которые считал основными Вячеслав Борисович. Надеюсь, что подобная логическая схема поможет читателю в работе с книгой.

В качестве наиболее важных элементов, составляющих *фактическую базу системно-эволюционной теории*, он рассматривал а) обнаружение специализации нейронов различной морфологической принадлежности относительно систем, складывающихся при формировании целостных поведенческих актов на разных стадиях индивидуального развития; б) обнаружение резерва молчащих клеток, из которых в процессе обучения в пробных актах отбирается новая организация нейронов, активность которых приводит к полезному результату; в) обнаружение факта одно-

временной активации *нейронов*, принадлежащих к системам разного возраста, при реализации любого акта внешнего поведения.

Рассмотрение этих фактов в связи с данными и концепциями психологии, физиологии, этологии, генетики, социологии и др. позволило сформулировать следующие *основные положения системно-эволюционной теории*.

1) В соотношениях со средой любой организм реализует генетическую программу своего жизненного цикла. До появления нервной системы эти соотношения выражаются формулой: *геном <-> тело <-> среда*. Развитие нервной системы, в клетках которой экспрессируется наибольшая часть генома, меняет эту формулу на: *геном <-> мозг <-> тело <-> среда*. Поведение поэтому можно определить как реализацию организмом генетической программы жизненного цикла, «экспрессируемой» в нейронах.

2) Нервная система оказывается при этом не «телом», а внутренним «субъективным экраном», образовавшимся в процессе эволюции между генетической программой и ее выполнением через телесные процессы и изменения внешних соотношений организма со средой. Нервные процессы — субъективное отражение внешних соотношений и регулятор телесных процессов. Для разделения нервных и психических процессов эволюционного основания не обнаруживается.

3) Нервная клетка является не «кодирующим элементом» или «сумматором», а организмом, обеспечивающим потребности своей генетической программы за счет метаболитов, поступающих от других элементов. Импульсная активность возникает при рассогласовании между синаптическим притоком метаболитов от других клеток и потребностями метаболизма самого нейрона. Таким образом нейрон реализует специфический для нервной клетки способ изменять свои соотношения с другими клетками и, в конечном счете, соотношения тела со средой, что может вести к изменению синаптического притока к данному нейрону.

4) Состав врожденных актов и отношения между ними отражают историю адаптивных соотношений организма со средой в эволюции. Нейроны, специализированные относительно этих актов, располагаются главным образом в древних структурах ЦНС

10

и в периферических нервных образованиях. В коре головного мозга наряду с нейронами, специализированными относительно врожденных актов, существует большой запас нервных клеток.

5) Эти клетки используются в формировании новых поведенческих актов. Из активирующихся в пробных актах наборов отбирается та совокупность прежде молчавших клеток, активация которых приводит к достижению полезного приспособительного результата. Фиксация новой системы осуществляется как специализация этих клеток относительно вновь формируемых систем и усиление связей между нейронами нового и уже усвоенного поведения. В отличие от инструктивно-селекционных теорий обучения настоящая гипотеза получила название системно-селекционной.

6) Накопленные в эволюции и в истории индивидуальной жизни животного системы поведенческих актов составляют структуру его субъективного мира. В этом системном внутреннем мире не обнаруживаются какие-либо специальные процессы «кодирования информации» или «нейрональные механизмы восприятия», процессы «управления движением» или «нейрональные механизмы регуляции движения».

7) Текущее поведение определяется составом одновременно извлекаемых из памяти систем разного возраста (т.е. сформированных на разных этапах индивидуального развития), закономерности отношений между которыми могут быть описаны качественно и количественно.

8) Формирование специфически человеческого сознания обусловлено развитием человеческого общества, что изменило соотношения организма (человека) со средой может быть даже больше, чем развитие в свое время нервной системы. Эти соотношения могут быть выражены формулой: *геном <-> мозг <-> тело <-> культурная среда <-> общество <-> Вселенная*. Поэтому с позиций системно-эволюционной теории объективные данные о структуре субъективного мира человека могут быть получены при анализе активности мозга в сопоставлении со структурой общественного сознания, часть которой усваивается отдельным человеком.

9) Элементы общественного сознания усваиваются конкретным человеком в процессах общения и деятельности и становятся индивидуальными знаниями. В том числе знаниями о «психи-

ческих процессах», таких как ощущение, восприятие, воля, эмоции и т.п., которые, в действительности — элементы общественного сознания, выработанные обществом в практике соотношения со своими членами для характеристики их внешнего поведения. Не только этим, но и другим понятиям, характеризующим субъективную реальность в различных психологиях, по-видимому, соответствуют определенные состояния систем, из которых в действительности состоит субъективный мир человека. Эти состояния, а также «алгебра межсистемных отношений» могут быть исследованы системной психофизиологией.

Хотелось бы надеяться, что эта книга Судет способствовать интеграции усилий специалистов разного профиля: психологов и психофизиологов, нейропсихологов и нейрофизиологов, генетиков, эволюционистов и др. для изучения мозговых основ психической деятельности и поведения. Методологической базой интеграции может служить системно-эволюционная теория.

Ю.И. Александров доктор психологических наук

12

ВВЕДЕНИЕ

Познание самого себя было одной из самых сильных побудительных причин познавательной деятельности уже древних людей. Как отмечал Иван Петрович Павлов, «в сущности интересует нас в жизни только одно — наше психическое содержание, однако механизм его был и есть окутан для нас глубоким мраком. Все ресурсы человека — искусство, религия, литература, философия и исторические науки — все это соединяется, чтобы бросить луч света в этот мрак, но человек располагает еще одним могущественным ресурсом — естественно-научным изучением с его строго объективными методами» [1949, с. 351]. В этом перечне И.П. Павлов не назвал специальную науку, посвященную, как кажется, «изучению нашего психического содержания» — психологию. Это не случайно. Дело в том, что специфика предмета психологии заключается в изучении ею непосредственно не наблюдаемого субъективного отражения человека и животного. Ненаблюдаемость обусловила то обстоятельство, что в разные времена и в разных культурах могли существовать самые разные представления об этой ненаблюдаемой реальности. Как отмечал Л.Фейербах, «никакая наука не водила человека больше за нос и не выдавала свои измышления за действительность, чем психология» [цит. по: Чуприкова 1985, с. 158]. В настоящее время ставится вопрос о том, может ли в принципе психология считаться наукой. Рассматривая поиски оснований психологии за 100 лет, R.V. Johnson [1980] с разочарованием замечает, что когда путь не приводит к цели, которая давно должна бы быть достигнута, остается либо объявить, что мы ее уже достигли, либо признать, что она вообще не достижима, и приходит к выводу, что психология, возможно, никогда не достигнет «парадигмальной стадии», на которой, по его представлениям, находится современная физика.

Сложность и своеобразие познавательной ситуации в психологии состоят в том, что, как отмечает Б.Ф. Ломов «... с одной стороны, проблемы психологии относятся к области субъективных явлений, обычно противопоставляемых объективным, с другой — от нее требуется изучение объективных законов психики.

В значительной мере этот парадокс обязан тем трудностям, которые возникают при попытках четко разграничить онтологический и гносеологический аспекты изучения психического...» [1984, с. 106]. В настоящей работе мы и попытаемся разрешить этот парадокс.

Как известно, органом психики — субъективного отражения объективной реальности — является особым образом организованная материя — мозг, и уже во времена И.М. Сеченова не было людей, «...которые с большими или меньшими оговорками не Принимали бы этой мысли за истину» [1952, с. 9]. Из этого, казалось бы, логически непреложно следует, с одной стороны, что объективное изучение психики возможно только как изучение мозговых процессов, и, с другой стороны, что мозговые процессы — и есть психические процессы. Однако, современная объективная реальность все еще состоит в том, что существуют две различные науки со своим особым объектом, предметом и методами: психология, изучающая психические процессы, и нейрофизиология, изучающая физиологические процессы. Прямые контакты между этими науками постоянно «искрят», примером чего может служить недавняя дискуссия [Научный диспут 1990], а попытки вскрыть «физиологические механизмы психических процессов», предпринимаемые в сопоставляющей психофизиологии, неизбежно ведут к дуализму [Popper, Eccles 1977].

Гносеологические корни этой ситуации лежат в истории формирования психологии и физиологии. При желании знать о «движениях души», своей собственной и окружающих, человек располагал лишь возможностями наблюдения статистических характеристик внешнего поведения (своего и окружающих). Представления о психике, или душе, сложились еще в доисторическую эпоху, и в любом, самом примитивном языке, даже в коммунолектах древних австралийцев [Роуз 1981], имеются обозначения психических процессов, свойств и состояний, которые не могли сформироваться иначе, чем как обобщенные статистические ха-

раактеристики внешнего поведения человека. Например, относительная частота успешных поведенческих актов человека или животного (объекта охоты) трансформировалась в его «ум», а, частота агрессивных — в «злость», которая могла выступать и как постоянное свойство, и как временное состояние, и как процесс озлобления. Не зная истинных причин тех или иных поступков, люди видели их в субстанцированных статистических характеристиках внешнего поведения: «жадность заставила», «смелость повела» и т.п..

Ситуация не изменилась и сейчас. Современная психологическая терминология, будь то «процесс восприятия», «состояние внимания» или «свойство нейротизма», также представляет собой статистические характеристики внешнего, в том числе речевого, поведения, так как психологические методы — экспериментальные, тестовые, опросники и т.д. — по-прежнему характеризуют человека лишь по его внешнему реальному или воображаемому поведению в различных ситуациях. Что в действительности происходит в субъективном мире, т.е. в голове испытуемого, остается полностью скрыто как от испытуемого (иначе объективная психология вообще бы была не нужна), так и от психолога (иначе существовала бы одна экспериментальная объективная психология). В действительности существует много психологий (интроспективная, когнитивная, установки, деятельности, понимающая, гуманистическая и т.д., и их количество увеличивается), дающих различные описания «психических процессов» в одной и той же поведенческой ситуации, например, в ситуации обнаружения сигнала [...].

Какие именно статистические характеристики или аспекты рассмотрения внешнего поведения выделяются и субстанцируются как психические процессы или другие составляющие психики, диктуется потребностями социальной практики.

Канонизированные еще Аристотелем ощущение, восприятие, воля, эмоции и т.п. под воздействием запросов различных видов практики в различных психологиях обогащались гештальтами, эго, когнитивными картами, обработкой информации и т.п.[...]. Очевидно, что поскольку социальные потребности в аспектах рассмотрения поведения человека постоянно изменяются и расширяются в связи с усложнением социальной практики, то список «элементов пси-

хики» может увеличиваться до бесконечности, и появившиеся в последнее время «процесс слежения» или «детекция актуальных сомнений» — не последние члены этого списка, в который, если быть последовательным, необходимо внести все технологические операции, такие как «сравнения», «категоризация», «управление» и т.п., и все термины языка, относящиеся к характеристике якобы субъективного мира, даже такие как «парение духа», «угрызения совести» и т.п. Именно это и наблюдается сейчас в психофизике, инженерной психологии, психологии индивидуальных различий, социальной психологии и т.д.

Очевидно, что для того, чтобы судить по внешнему поведению о внутренних субъективных процессах, необходимо знать закон отношения между внешним поведением и этими процессами, а для этого необходимо знать, какие в действительности субъективные процессы протекают в мозгу человека. Без этого знания любые суждения о структуре и динамике субъективного мира оказываются логически неоправданными, но именно субъективный мир и составляет для психологов основную «часть истории, которую они хотят рассказывать» [...], так как иначе им рассказывать просто не о чем.

Как это ни покажется парадоксальным, гносеологическая ситуация в нейрофизиологии была аналогичной ситуации в психологии, так как нейрофизиология долгое время не могла дать психологии действительных знаний о мозговых процессах, поскольку сама находилась в таком же положении, как и психология и пользовалась метафорическими представлениями о мозговых процессах, такими как представления о «телефонной станции», «компьютере» или «голограмме». Мозговые процессы — это активность и взаимодействие нервных клеток, и эти процессы стали доступны исследованию на бодрствующих животных лишь тридцать лет назад [...]. Отсутствие до этого возможности изучать активность нейронов в поведении обусловило долгое господство структурно-функционального подхода, который родился из потребностей клинической практики, имевшей дело с объективными симптомами поражения той или иной структуры мозга. Эти симптомы, взятые с «противоположным знаком», и объявлялись функциями тех или иных структур. Структурно-функциональные представления, в свою

очередь, базировались на пришедшем из механики понимании поведения организма как реакции на внешние причины, в которых психическое могло быть лишь эпифеноменом чисто физиологических процессов «проведения возбуждения от рецепторов к эффекторам» через структуры, выполнявшие при этом свои «функции».

Таким образом, ориентация различных методов познания на конкретные потребности различных видов социальной практики и отсутствие методических возможностей изучать не предполагаемые, а реальные клеточные процессы в мозгу, обусловили тупиковую познавательную ситуацию в анализе проблемы соотношения психики и мозга и объективного изучения субъективного отражения. Эти подходы обусловили и ограниченность, и несопоставимость онтологических представлений в физиологии и психологии. В структурно-функциональной физиологии онтология ограничивалась «физиологическими процессами», или «жизнью тела», а в психологии долгое время — «жизнью души». На самом же деле обе науки в действительности изучали лишь нормальное или измененное в результате повреждения мозга поведение. При сопоставлении, даже теоретическом, психики как субъективного отражения объективного мира и психики как деятельности мозга, возникали непреодолимые трудности [см., например, Ломов 1984, с. 346 и далее]. Эти трудности были связаны с несопоставимостью традиционных онтологических представлений в психологии и нейрофизиологии. Психология якобы давала описание процессов субъективного отражения объективного мира, причем в терминах свойств и отношений внешних объектов, а физиология — якобы описание деятельности мозга в терминах функций его структур. Как мы уже отмечали, несопоставимость этих описаний неизбежно вела к дуализму.

Необходимо отметить, что в самой психологии постоянно предпринимаются попытки пересмотреть онтологию. Как считает Ф.Е. Василюк [1986], в психологиях деятельности, общения, установки и отношений онтология в виде «жизни души» была отброшена в пользу «...единой онтологии «жизни человека в мире», содержащей в себе два аспекта — «жизнь человека» и «мир» [с.85] Едва ли категории «жизнь человека» или «мир» можно признать

специфически психологическими, однако даже и в этом варианте психологическая онтология не включает объект исследования нейрофизиологии и «орган психики» — мозг, что делает такую психологию «безмозглой». Точно также как структурно-функциональная физиология для объяснения поведения не нуждается в «психике» и не позволяет поставить вопрос о природе именно субъективного (а не объективного как в зеркале или компьютере) отражения объективной реальности в процессах мозга.

Основным научным событием, сделавшим возможным написание данной книги, явилось установление того факта, что нервные клетки в разных областях мозга специализированы не относительно каких-либо процессов или функций, а относительно элементов субъективного опыта. Причем в корковых областях — главным образом относительно индивидуального приобретенного опыта, а в филогенетически древних структурах мозга — относительно видового опыта. На наш взгляд, это означает решение древней психофизиологической проблемы, так как описание совокупностей активных в какой-либо момент элементов мозга, специализированных относительно конкретных элементов субъективного опыта, становится одновременно и описанием состояния субъективного мира в этот момент, а перечисление всех специализаций нейронов — описанием всей фило- и онтогенетической памяти организма, т.е. всего субъекта поведения. Отсюда становится очевидным, что действительный синтез психологии и физиологии, который приведет к созданию объективных методов исследования субъективного отражения, возможен только на основе общей для всех наук онтологии — и такой онтологией (учением о сущем) в настоящее время является теория Эволюции, которая не только требует рассматривать любое явление в развитии и находить его место в общей эволюционной картине мира, но и выделять само явление из реальности в соответствии не с субъективными критериями, принятыми в той или иной традиционной науке и вытекающими из потребностей различных видов социальной практики, а в соответствии с объективными эволюционными критериями — уровнями организации Материи, отражающими этапы ее развития. Как считает Я.А. Пономарев, использование таких критериев характерно для новой — «Действенно-преобразующей формы знания» [1982].

Последовательное применение идей эволюции в любой области знаний ведет к системному видению мира. Мы попытаемся рассмотреть проблему соотношения мозга, психики и сознания с позиций системно-эволюционной теории, что, как нам представляется, приводит к созданию предпосылок объективного изучения субъективного мира объективными методами физиологии, «которая одна держит в своих руках ключ к истинно научному познанию психических явлений» [Сеченов 1952, с. 195].

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СООТНОШЕНИИ ПСИХИКИ И МОЗГА

Современная психофизиология обязана своим происхождением разделению существованию психологии и физиологии, связь между которыми (т.е. соотношение психики и мозга) она призвана установить. Как любые единицы языка, понятия «психика» и «мозг» имеют социально-историческое происхождение и в интересующем нас аспекте пришли на смену древнейшим понятиям «душа» и «тело». Будучи общественным животным, человек и в доисторические времена должен был предвидеть поведение соплеменников, как для успешной трудовой деятельности, так и для распознавания возможных враждебных действий. Из этой, существующей уже у животных [Смит 1981] способности предвидения чужого поведения и демонстрации или, наоборот, маскировки своего будущего поведения, и развились, вероятно, представления о существовании, кроме внешнего поведения, еще и «внутреннего плана», или субъективного мира чувств, желаний, намерений и т.д., которыми в первобытных обществах и ранних цивилизациях наделялись не только люди, но и природные объекты и вещи. По-видимому, именно потребности практики человеческого общения обуславливали выделение определенных характеристик поведения и их трансформацию в «свойства души», такие как трудолюбие и лень, ум и глупость, злость и веселость, любовь и ненависть и т.п. Создаваемая таким образом обыденная психология служила инструментом именно практики общения и приспособления людей друг к другу. При этом, вероятно, особенно в связи с феноменами сна, обморока и т.п. душа пред-

ставлялась божественной и бессмертной, способной покидать тело на время или навсегда, входить в другие тела и т.п..

Тело же, напротив, было очевидно смертным и было объектом различных видов поведения уже у животных. От знаний об устройстве тела зависел успех охотничьей, военной, медицинской, кулинарной и т.д. практики. В соответствии с запросами этой практики в теле выделялись (и фиксировались в языке) совершенно иные «части», чем в «душе». Так, по-видимому, и возник первобытный дуализм души и тела. С развитием общественной практики и появлением все большего разнообразия ее форм понятия души и тела расходились все дальше, субстанциируя как тело, так и душу, и отдельные ее свойства, а представления о жизни как связи души и тела и смерти как прекращении этой связи, ассимилированные многими религиями, обусловило, вероятно, существующий с древнейших времен интерес к проблеме их соотношения и даже «...мучительное противоречие или противопоставление моего сознания моему телу» [Павлов 1949, с. 481].

Представления о соотношении души и тела, или психики и мозга, изменялись как с изменением представлений о психике и строении тела и мозга, так и с изменением социальных потребностей в решении этой проблемы. По критерию социальных запросов в эволюции этих представлений можно выделить пять основных этапов, каждый из которых, хотя и является логическим отрицанием предыдущего, тем не менее не вытесняет в общественном сознании предшествующие полностью, а как бы наслаивается на них, и на сегодняшний день все они, хотя и в разной мере, представлены в литературе, посвященной проблеме соотношения психики и мозга.

Первый этап, который был порожден человеческой потребностью все объяснять и который можно назвать этапом наивного здравого смысла, берет свое начало в глубокой древности, когда душа и различные ее свойства помещались в различных структурах тела, приобретающих при этом различное ритуальное и символическое значение, например, ухо — орган мудрости в древней Месопотамии [Франкфорт и др. 1984], голова и сердце — органы разума и чувств в «обыденной» психологии и т.п. Высшим достижением этого этапа являются, по-видимому, представ-

ления Р. Декарта об эпифизе как регуляторе движений животных духов под влиянием божественной души.

Усложнение социальных отношений приводило к увеличению числа аспектов рассмотрения человеческого поведения в соответствии с практикой военного, художественного, спортивного и т.д. образования и, соответственно, к увеличению числа психических явлений, фиксированных в языке и обыденном знании. Это вызвало к жизни вторичную потребность классификации таких явлений. Уже у Аристотеля [1937] существует достаточно ограниченный перечень психических процессов, таких как ощущение, восприятие, внимание и т.п., а Б. Спиноза, например, все огромное разнообразие форм поведения человека, фиксированных в языке как чувства, такие как любовь к ненависть, страх, отчаяние, веселость и т.п., сводил к различным комбинациям всего трех аффектов: желание, удовольствие и неудовольствие [1984]. Подобного рода классификации обслуживали сначала философские построения и религии; их накопление привело к формированию психологии способностей и интроспективной психологии как < самостоятельной науки >.

Одновременно происходило накопление сведений относительно тела и мозга, в основном в рамках медицинской, животноводческой, а затем и научной практики. Представления интроспективной психологии и бурно развивавшихся в эпоху промышленной революции естественных наук, в том числе анатомии и физиологии, не могли быть сопоставлены прямо и непосредственно, что, вероятно, и вызвало к жизни второй этап попыток решения проблемы соотношения психики и мозга, который можно назвать умозрительным. Основным достижением умозрительного периода было, по-видимому, решение психофизиологической проблемы Г. Спенсером, стоявшим в целом на позиции интроспективной психологии, которая, как считал Г. Спенсер, «ведет свои исследования посредством внутреннего наблюдения и в этом отношении не похожа на другие науки» [1897, с. 309]. Таким «внутренним наблюдением» Г. Спенсер, вслед за многими философами, начиная от Аристотеля, выделял память, разум, эмоции, волю, ощущения, восприятие, рассуждение и т.д.. Сопоставляя «душевные» и материальные процессы в нервной системе, о которых он имел самые общие представления, почерпну-

тые из современной ему зоологии и сравнительной анатомии, Г. Спенсер тем не менее утверждал, что «... существует только одна конечная реальность, которая обнаруживает нам себя то с субъективной, то с объективной своей стороны» [с.385]. Очень важным результатом этого этапа было также осознание Г. Спенсером эволюционного происхождения психики.

На третьем этапе (со второй половины XIX века) проблему соотношения психики и мозга решали, главным образом, клиницисты и физиологи, так как интроспективная психология была в полном смысле «наукой о душе» и либо вообще отрицала связь божественной души с мозгом, либо решала эту проблему в духе картезианского дуализма [Будилова 1972, Ярошевский 1976].

В связи с запросами медицины анатомия мозга и периферической нервной системы в это время были уже достаточно подробно изучены клиницистами, особенно невропатологами и хирургами — для диагностики и лечения было необходимо знать симптомы поражения той или иной структуры патологическим процессом или хирургическим вмешательством. Клинические наблюдения измененного поведения при повреждении различных структур мозга позволили выявить многочисленные центры речи, письма, чтения, слуха, зрения, движений, сна, ярости и пр., которые не соответствовали «психическим процессам» интроспективной психологии, что вызывало справедливую критику субъективизма интроспекции и психологии вообще со стороны клиницистов.

Физиологические методы исследования нервной системы животных в это время в основном ограничивались наблюдением внешних эффектов разрушения и раздражения мозговых структур. Эти исследования проводились в условиях вивисекции, т.е. на препаратах, и все феномены рассматривались как реакции препаратов на стимулы, наносимые экспериментатором. И.П. Павлов ввел в физиологическую практику экспериментирование на целом животном. Однако, животное было фиксировано в станке, и слюноотечение — основной процесс, регистрировавшийся в опытах павловской лаборатории, — также рассматривалось как реакция на условный и безусловный стимул. Поэтому рефлекс — понятие, заимствованное из философии Декарта, признавался основой нервной деятельности как в физиологии, так и в невро-

23

логии, где были описаны многочисленные клинически важные рефлексы, наличие и отсутствие которых служило надежным инструментом топической диагностики поражений различных отделов нервной системы.

Теоретические попытки решения психофизиологической проблемы со стороны клиницистов и физиологов состояли либо во включении «центрального психического звена» в рефлекс (И.М. Сеченов), либо в идентификации психического явления — ассоциации и физиологического явления — условного рефлекса (И.П. Павлов), либо в замене психологической терминологии на физиологическую, например, «возбуждение зрительной коры» вместо «зрительного восприятия», и т.п.

Важным достижением этого клинико-физиологического периода было осознание необходимости изучения психики «не посредством внутреннего наблюдения, а объективными методами физиологии» [Сеченов 1952, с. 195], осознание возможности на основании этих исследований делать даже мировоззренческие выводы. Так, И.М.Сеченов и И.П.Павлов специально рассматривали вопрос о свободе воли в его естественно-научном аспекте.

Расширение сфер применения психологии в общественной практике привело к распаду интроспективной психологии на различные школы [...] и, в частности, к появлению в нашей Стране психологии деятельности, в которой был постулирован Принцип психофизиологического единства, состоящий в том, ЧТО «...психическое явление никогда не существует само по себе, оно всегда является только внутренне необходимым моментом более сложного психофизиологического процесса» [Выготский 1960, с. 408].

В физиологии в это время начинается исследование целостного целенаправленного поведения животных. И.С. Беритов [1975] приходит к выводу о том, что все, относящееся к павловским условным рефлексам и рефлексам первого порядка по И.С. Беритову, совершенно не может быть использовано для изучения поведения, и развивает представление о «психо-нервной деятельности», а П.К.Анохин [1968, 1975, 1978, 1979] создает теорию функциональных систем, согласно которой в основе поведения лежат качественно-специфические системные процессы, имеющие различные аспекты рассмотрения, в том числе физиологи-

ческий и психологический. Точки зрения о единстве психики и нервной деятельности придерживался также и В.М. Бехтерев.

Эти новые представления, однако, долгое время имели лишь косвенные доказательства, и психофизиологический процесс, психо-нервная деятельность, системные процессы, нервно-психические процессы оставались столь же ненаблюдаемыми, как и конечная реальность во времена Г. Спенсера.

Организационные мероприятия после павловской сессии 1950 года привели к тому, что ведущие посты как в психологии, - так и в физиологии заняли представители наиболее примитивного механистического варианта павловского учения. Поэтому появление и усовершенствование методов регистрации электрической активности мозга, совмещенное с большим желанием «видеть в динамике суммарной ЭЭГ отражение классических представлений об основных закономерностях работы головного мозга, привело в лучшем случае к повторению общих схем, предложенных для них еще И.П. Павловым» {Гусельников 1976, с. 8}. При этом описывались ЭЭГ-корреляты «возбуждения» и «торможения» отдельных структур, «иррадиации», «концентрации» и последовательного проведения возбуждений от афферентных структур к эфферентным по «дуге условного рефлекса». Даже обнаружение М.Н. Ливановым [1972] синхронности колебаний потенциалов в различных областях мозга трактовалось как выражение замыкания связи между этими структурами.

Многочисленные попытки прямого сопоставления психических процессов и электрофизиологических феноменов характеризуют вступление в следующий, четвертый этап развития представлений о соотношении психики и мозга. Его можно обозначить как этап «сопоставляющей психофизиологии», основной характерной чертой которого является попытка вскрыть мозговые корреляты и даже «механизмы» психических процессов.

Истоки этого подхода можно видеть уже во френологии, пытавшейся связать с отдельными областями мозга различные душевные способности. И в последнее время делались попытки изучать нейрофизиологические механизмы многочисленных психических процессов и функций, выделяемых самыми разными психологиями. Так, изучение «мозговых механизмов эмоциональных реакций» [Асратян и др. 1961, с. 193], или «механизмов ошу-25

щения и восприятия от рецепторов до коры головного мозга», или «внимания» предполагает сопоставление различных физиологических феноменов с понятиями интроспективной психологии; изучение нейрональных механизмов «когнитивных карт» — с понятиями необихевиоризма Э. Толмена, а «механизмов кодирования и обработки информации» [Сомьен 1975] — с категориями компьютерной метафоры и когнитивной психологии, и т.д. Если же экспериментальные результаты не удастся описать в терминах существующих психологии, то исследователи-физиологи с легкостью изобретают недостающие функции, такие как «детекция прагматической неопределенности» или «детекция сигнальных свойств стимула» и т.д.

Поиски нейрофизиологических коррелятов психических процессов не приводят к позитивным решениям. Так например, с одной стороны, изменения вызванных потенциалов могут рассматриваться как нейрофизиологические корреляты восприятия, мышления, внимания, эмоционального напряжения, волевого усилия и т.п., в зависимости только от того, какой процесс или функцию изучает автор. С другой стороны, в качестве коррелята одного и того же психического процесса, например, восприятия, разные авторы могут предлагать проведение возбуждения от рецепторов до коры, возбуждение специфических нейронов-детекторов, специфического ансамбля клеток, специфический паттерн разряда или пространственную синхронизацию биопотенциалов.

В настоящее время не осталось, пожалуй, такого феномена в электрической активности мозга (от отдельных колебаний потенциала в одном отведении и до сложных коэффициентов связи статических характеристик активности нейронов в разных структурах), который не был бы исследован как предполагаемый коррелят того или иного психического процесса или состояния. Довольно скромные успехи, достигнутые на этом пути, привели многих исследователей к весьма скептическому выводу относительно возможности изучения психики методами физиологии. Арсенал методов исследования активности мозга в настоящее время чрезвычайно расширился, и в распоряжении исследователей имеется возможность изучать как суммарную электрическую активность различных структур, так и импульсную активность нейронов, состояние конкретных синапсов и биохимических

медиаторных систем, и т.п.. В сопоставляющей психофизиологии различные показатели мозговой активности, вне зависимости от их «уровня», рассматриваются как «физиологические процессы», подлежащие сопоставлению с «психическими процессами» представления о которых заимствуются из той или иной психологии, метафоры или здравого смысла.

Сопоставляющая психофизиология понимается обычно как прямой синтез психологии и физиологии, однако поиски физиологических коррелятов или механизмов психических процессов встречают целый ряд возражений, на которых мы остановимся несколько позже.

Экстенсивное развитие сопоставляющей психофизиологии и питающих ее «чистой психологии» и «чистой нейрофизиологии» представляется нам результатом «эмпирического этапа накопления знаний» [Пономарев 1982] о поведении и активности мозга в поведении, для которого характерна эмпирическая многоаспектность рассмотрения одного и того же явления реальности, создаваемая существованием нескольких исторически сложившихся наук или нескольких подходов к анализу одного и того же явления. Специфическая особенность этого этапа «...заключена и в том, что критерии, на основании которых выделяются различные стороны, аспекты явлений — субъективны. Они чаще всего непосредственно связаны с потребностями практики и массой других, самых разнообразных факторов, вплоть до особенностей биографии исследователя» [Пономарев 1982, с. 6].

Эмпирическая многоаспектность современной психофизиологии особенно ярко проявилась в обращении Оргкомитета созданной в 1982 году Международной организации по психофизиологии к научным обществам и организациям. В этом документе психофизиология определяется как наука, «которая изучает физиологию психологических функций и взаимоотношения мозга, тела и поведения живых организмов в соотношении с окружающей средой» и «включает среди прочих следующие области исследования: ощущение и восприятие, обучение и память, эволюция и развитие поведения, мотивации и эмоции, агрессия и защита, центральная и автономная нервная система, нейрональные связи, синаптическая передача, межполушарные связи, Церебральная доминантность, психосоматические расстройства,

27

биологическая обратная связь, стресс, психофармакология, человек в воздухе и космосе, физическая активность и спорт» [Commettee...1981].

Эмпирическая многоаспектность рассмотрения мозговых процессов, включавшая вначале лишь психологические и физиологические аспекты, в настоящее время значительно увеличилась в связи с тем, что эти процессы стали также предметом интереса многих других наук как гуманитарного (социология, лингвистика и т.д.), так и биологического (нейрохимия, молекулярная биология, генетика) направлений. В этих науках за последние годы достигнут весьма значительный прогресс, причем проводимые в огромном числе работ

психолингвистические,

нейролингвистические,

психофармакологические,

психогенетические и т.д. сопоставления сталкиваются с теми же трудностями, что и

психофизиологические сопоставления, и выдвигают проблему согласования различных аспектов рассмотрения в рамках единого эволюционного феномена — мозговых процессов, которые оказываются одновременно и психическими, и физиологическими, и биохимическими, и молекулярно-биологическими, и информационными, и энергетическими, и биофизическими, и т.д., в зависимости от аспекта рассмотрения, диктуемого той или иной традиционной наукой.

Масса данных, полученных при исследованиях мозговых процессов методами разных наук «... становится на уровне эмпирии необобщаемой — она представляет собой конгломерат знаний, который со временем захлестывает науку» [Пономарев 1982, с. 6], В этой ситуации происходит,

как считает Я.А. Пономарев, «переход к новому типу знаний, действительно преобразующему...

Особенность нового знания состоит в том, что место субъективных критериев расчленения

явления, выделения его отдельных сторон, аспектов, занимают объективные критерии... В качестве объективных критериев расчленения явлений используются структурные уровни и его организации — трансформированные этапы развития» [там же, с. 7].

По-видимому, психофизиология в настоящее время вступает в этот, пятый этап развития, который представлен системным подходом. Системный подход в психофизиологии не является однородным или единым направлением; общим, пожалуй, явля-

ется лишь признание того факта, что любая «функция», что бы под этим ни понималось, осуществляется не отдельными структурами или нейронами, а их системами [Анохин 1940, 1975, 1978, Бехтерева 1971, Джон 1981, Ливанов 1972, Лурия 1973, Маунткэсл 1981, Судаков 1984 и мн. др.].

Как мы уже отмечали, подходы, занимавшие доминирующее положение на различных исторических этапах развития представлений о соотношении психики и мозга, имеют место и в современной литературе. В частности, подход «наивного здравого смысла» виден в работах, где даже без регистрации активности мозга, а лишь на основании измерения времени реакции или отчетов испытуемых делаются выводы о том, «возбуждение» каких структур мозга лежит в основе тех или иных «психических процессов». Проблема соотношения психики и мозга часто решается и умозрительно, при сопоставлении физиологических данных с результатами изощренной философской рефлексии. Этап развития психологии, независимого от действительного решения психофизиологической проблемы, также не завершился. Он представлен такими высказываниями как «психические события, ведь, происходят не в голове, как нейрофизиологические события» [Зинченко 1977, с. 118], или «субъективная сторона внутреннего мира личности не является предметом нейрофизиологии, поскольку она не является предметом науки вообще» [Симонов 1981, с. 8]. Сюда же примыкают и публикации некоторых физиологов, откровенно признающих дуализм и даже триализм, нейропсихологов, обнаруживающих «локализацию высших психических функций», а также «чисто физиологические», или «наивно физиологические» работы, в которых описываются результаты все еще имеющих место исследований условных рефлексов. Наибольшим числом публикаций представлена в настоящее время, по-видимому, сопоставляющая психофизиология (в самых разных вариантах, но преимущественно — использующая категории компьютерной метафоры) и значительно меньшим, но все возрастающим числом публикаций — системный подход.

Некоторые количественные представления о динамике идей психофизиологии дает анализ тем физиологических исследований в АН СССР: тема «Механизмы условного рефлекса» еще в 1964-65 гг. занимала 41,6% общего числа тем по нейрофизиоло-

гаи и высшей нервной деятельности, а в 1981—1985 гг. — только 7%. Возросло же за этот период относительное число таких тем как «Механизмы памяти» (от 1 до 7%) и «Системные основы поведения» (от 4 до 6,8%) [Костюк 1983, с. 31].

Таким образом, системный подход в психофизиологии, позволяющий, на наш взгляд, решить проблему действительно объективного изучения субъективной реальности, в настоящее время противостоит, главным образом, сопоставляющей психофизиологии. В этой психофизиологии основными являются представления о «самостоятельности» общей психологии, «самостоятельности» нейрофизиологии и о возможности их сопоставления. Рассмотрим основания этих представлений.

О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОБЩЕЙ ПСИХОЛОГИИ

Как мы уже отмечали, любые представления о психических процессах, состояниях и т.д. не могли сформироваться иначе, чем как обобщенные статистические характеристики или аспекты рассмотрения внешнего поведения. Представления о структуре субъективного мира или о «психических процессах» складывались под воздействием определенных практических потребностей и изменялись с изменениями этих потребностей, что ясно видно как при анализе причин распада интроспективной психологии на школы [Johnson 1980], так и при сравнении психологи*ческой терминологии различных исторических эпох. Даже наиболее глобальное дробление субъективного мира не оставалось постоянным. Очень древнее деление психики на ум, волю и чувства кажется связанным с выделением первых социальных ролей в примитивных человеческих обществах: жрецов, вождей и рядовых членов племени [Фрезер 1980]. С Л. Рубинштейн, Например, отмечал, что «необходимо учитывать, что идущее от Тетенса и Канта трехчленное деление психических явлений на интеллектуальные, эмоциональные и волевые не может быть удержано. Первичным, основным является двучленное деление психических процессов на интеллектуальные и аффективные, в том смысле, в котором этот термин употребляется в философии XVII - XVIII веков» [1957, с. 269]. В настоящее время принимается,

что «должно быть преодолено традиционное расщепление личности на мотивационную, волевую, познавательную сферы» и предлагается анализировать личность в терминах «динамических смысловых систем» [Асмолов 1984, с. 62].

Нет объективных оснований и для более мелкого членения психики на «единицы». Как отмечает Б.Ф. Ломов, «что только не пытались рассматривать в качестве такой «единицы»: и ассоциацию [Миль, Бэн, Спенсер, Ярошевский 1977], и гештальт [Вертгаймер 1923 и др.], и знание [Выготский 1982], и элементарный акт отражения [Рубинштейн 1946], и ощущение [Ананьев 1960], и действие [Рубинштейн 1946, Леонтьев 1983] и др. Все эти единицы выбирались в зависимости от того, какую из базовых для психологии категорий исследователь брал в качестве главной или даже единственной. Каждая категория по существу может быть основанием для выделения соответствующей «единицы» бытия, человека и его психики» [Ломов 1984, с. 75].

Тем не менее, психологи продолжают оперировать именно исходным первичным разделением психики на познавательную, волевую и эмоциональную сферу. Рассмотрим познавательную ситуацию, например, в психологии восприятия. Как отмечает Б.Ф. Ломов, «когда изучается, например, восприятие, то обнаруживается, что в принципе невозможно создать условия, которые позволяли бы отпрепарировать его от памяти, мышления, эмоций и т.д.» [1984, с. 75]. Если учесть также, что восприятие невозможно отпрепарировать и от действия [...], то становится очевидным, что, в отличие от философско-гносеологической категории восприятия как отражения целостного объекта, для выделения отдельного «психического» процесса восприятия никаких оснований не существует. Восприятие — это лишь аспект рассмотрения целостного соотношения субъекта со средой. Даже выделяемые различные «модальности» восприятия, такие как зрительные, слуховые и т.п. образы, оказываются лишь аспектом рассмотрения этого целостного соотношения, так как при решении испытуемым «зрительной перцептивной задачи» никаких оснований сомневаться в том, что он соотносится со средой и с помощью других анализаторов, не существует. Такая же путаница существует и в психологии памяти: то память представляется как одна из психических функций наряду с другими, такими как

восприятие, мышление, воля и т.п., то как некоторое свойство других функций, и тогда говорят об эмоциональной памяти, сенсорной памяти, моторной памяти и т.п.

Не большую определенность в эти «процессы» вносит и психология деятельности. Эта психология, введя на место «процессов» иерархию «деятельность, действие, операция», по существу лишь заменила рассмотрение внешнего поведения с разных сторон на рассмотрение его с разного расстояния, сохранив при этом фактически и «процессы» в виде перцептивной, мнемической, интеллектуальной и т.п. деятельности.

Когнитивная психология в действительности лишь переименовала процессы, принимавшиеся в психологии восприятия, используя кибернетическую терминологию, как это хорошо показано Б.М. Величковским [1982].

Не меньшая путаница наблюдается и в сфере «чувств». Как отмечает В.К.Вилюнас, «большую путаницу в психологию эмоций вносят терминологические расхождения. В какой-то мере они заложены уже в повседневном языке, позволяющем нам называть, например, страх — эмоцией, аффектом, чувством или даже ощущением, или объединять под общим названием чувства такие различные явления как боль и иронию, красоту и уверенность, прикосновение и справедливость» [1984, с. 5]. То же мы находим и у АН Леонтьева: «в пестром перечне мотивов можно обнаружить такие, как жизненные цели и идеалы, но также и такие, как раздражение электрическим током» [1975, с. 189]. Действительно, даже такое обычное явление как голод, может одновременно рассматриваться и как эмоция, и как мотивация, и как чувство, и как ощущение, и как потребность в пище.

Значение эмоций во всех сферах человеческой жизни признается первостепенным, и в настоящее время это психологическое понятие — эмоция, появившееся как обобщение различных чувств бытовой и первобытной психологии, употребляют также и социологи, и физиологи, и клиницисты, и т.д. Тем не менее, вопрос «Что такое эмоция?» до сих пор кочует из одной публикации в другую и не имеет однозначного ответа, также как и не существует общепринятой классификации эмоций. Как мы уже отмечали, все многообразие чувств Б.Спиноза свел к нескольким основным — желанию, удовольствию и неудовольствию, из комбинации которых и

выводится любовь и ненависть, надежда, страх, уверенность, отчаяние, веселость, подавленность, зависть, презрение, сомнение, самомнение. В других исторических условиях в основу классификации эмоций кроме удовольствия и неудовольствия закладывались еще возбуждение и успокоение, напряжение и разрешение [...] или «согласно военной науке — наступление (преодоление), оборона (защита, сохранение) и отступление (утрата ранее занимаемых позиций)» [Симонов 1981, с. 141].

Из всего сказанного становится ясно, что сфера «чувств» описывает определенные характеристики целостного поведения, прежде всего, социального, которое характеризуется специальными сигнальными признаками, такими как улыбка или виляние хвоста, угрожающие позы или рычание, и т.п.

«Понятие воли в современной психологии представляет собой, вообще говоря, конгломерат разнородных составных частей, неизвестно как между собой связанных. Оно включает: а) стремление, желания, б) волевые действия, в) волевые качества личности» [Рубинштейн 1957, с. 267]. Поскольку стремление и желания фигурируют также и в сфере чувств, а волевые действия — в восприятии, то очевидно, что понятие воли, точно также как и все остальные понятия интроспективной психологии, характеризуют лишь внешнее поведение, определенный, социально обусловленный аспект его рассмотрения. Несамостоятельность этого понятия отражена также и в том, что часто его рассматривают как «борьбу мотивов».

Присоединяясь к оценке состояния современной психологии, данной Г.И.Дубровским: «Термин «психическое» — один из самых широко употребляемых в современном научном обиходе — влечет за собой пестрый шлейф, сотканный из различных знаний и смыслов, и в таком виде он фигурирует в качестве краеугольного камня психологии, отражая ее теоретическую несобранность» [1971, с.162], отметим, что вопрос о том, из каких «процессов» или «элементов» состоит внутреннее субъективное отражение, принципиально может быть решен с научной объективностью только изучением самой субъективной реальности, причем не по ее проявлениям во внешнем поведении и но самонаблюдением, а научными объективными методами, т.е. при изучении мозговых процессов,

33

О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ

Теперь мы рассмотрим познавательную ситуацию в «самостоятельной» нейрофизиологии, феномены которой сопоставляются с описанными выше «психическими» процессами. Представления о физиологических (телесных) процессах в мозгу, сложились в рамках медицинской практики по аналогии с телесными, физиологическими процессами в почках или печени и тесно связаны с понятиями структуры и функции. Понятие структуры возникло при описании мозга как тела, отражением чего является, например, то, что еще в XVII веке проводили «аналогию между бугорками, округлыми выпуклостями и отверстиями этой области (ствола мозга) и лучше известными элементами мужской промежности» [...]. И с о в р е м е н н а я т е р м и н о л о г и я , о т н о с я щ а я с я к морфологии мозга, состоит из таких терминов как «червь» и «морской конек», различные «бугры» и «бугорки», «мост» и «акведук», «ручки» и «ножки» и т.п. Выделение структур мозга по гистологическим признакам столь же неопределенно: неясно, например, можно ли считать корковые поля, отличающиеся по количеству слоев, различными структурами, или такими структурами надо считать слои вне зависимости от того, какие поля они занимают.

Понятие же функции возникло в практике целенаправленного изготовления орудий труда [...], является синонимом «назначения» и предполагает творца, соединяющего детали в единую машину. «Структурно-функциональный подход» и реализует изучение мозга как машины, состоящей из структур, выполняющих различные функции. По каким же критериям и какие именно функции существуют у структур мозга? Сначала, как мы уже отмечали, эти функции выделялись как взятые с обратным знаком симптомы поведенческих изменений при повреждениях разных структур. В настоящее же время осознано, что этот путь является тупиковым. Так, У. Наута и М. Фейртаг, пишут: «Возьмем, например, такую структуру мозга как субталамическое ядро. Его разрушение у человека ведет к моторной дисфункции, известной под названием гемибаллизма, при которой больной совершает произвольные движения, как бы бросая мяч. Следует ли отсюда, что нормальной функцией субталамического ядра должно быть

подавление движений, напоминающих бросание мяча? Конечно, нет; данное состояние больного только дает представление о работе центральной нервной системы, выведенной из равновесия отсутствием субталамического ядра.» [1982, с.84]. Разрушение и стимуляция одних и тех же структур часто дают довольно сложную симптоматику, что приводит к тому, что различные авторы приписывают совершенно разные функции одним и тем же структурам. Неудивительно, например, что гиппокампу приписывается более 30 функций, в том числе такая как «детекция прагматической неопределенности» I...].

Неопределенность с выделением структур по морфологическим признакам привела к тому, что структуры стали выделять по функциональным признакам. В отсутствие возможности регистрировать активность нервных клеток в поведении представления о мозговых процессах и о функциях структур мозга могли быть только метафорическими. В зависимости от того, мыслился ли мозг как «регулятор животных духов» или «коммутатор», компьютер, Фурье-преобразователь, установка для голографии или «машина для психики», изменялся и набор постулируемых функций его структур. Широко распространенные представления о существовании «сенсорных структур», «моторных структур» и т.п. отражает коммутаторные представления. Как пишут У. Наута и М. Фейертаг, «...весь головной и спинной мозг человека — это великая промежуточная сеть, за исключением явно немногих миллионов мотонейронов. А когда «великая промежуточная сеть» начинает включать 99,98 процента всех нейронов, составляющих центральную нервную систему, этот термин теряет большую часть своего смысла: он начинает отражать саму ту сложность, с которой каждый должен столкнуться при попытках постигнуть нервную систему. Этот термин остается полезным только как напоминание о том, что большая часть нейронов мозга не принадлежат ни к сенсорным, ни к моторным» { 1982, С.87J.

Убеждение в том, что в каждой структуре протекает специфический для нее «физиологический процесс», под которым обычно понимается «возбуждение» этой структуры, возникло не на основе экспериментальных данных, а выведено из механистического принципа «единство структуры и функции», согласно которому функция структуры выполняется при ее возбуждении.

35

Какие структуры и какие функции при этом имеются в виду, ясно из вышеизложенного. Прямое изучение активности различных структур у бодрствующих животных в поведении уже давно показало, однако, что таких физиологических процессов, как возбуждение структуры, не существует. С одной стороны, в любой структуре нейроны весьма разнообразны и не работают как один: в любую миллисекунду одни из них дают спайки, а другие молчат; в следующую же миллисекунду картина может быть обратной. С другой стороны, в самых разнообразных областях мозга была обнаружена сходная суммарная электрическая активность, сходная последовательность компонентов вызванных потенциалов, сходная по организации во времени нейрональная активность [Швырков 1978]. Другими словами, в поведении в любой момент имеют место только общемозговые системные процессы, общие для некоторых нейронов в разных структурах, и не существует каких-либо «зрительных физиологических процессов» в зрительной коре или «моторных физиологических процессов» в моторной, также как и последовательного возбуждения этих структур даже при нанесении стимула [Швырков 1978, Александров 1989]. Большинство современных исследований нейрональной активности в поведении направлено на выяснение «структурной» специализации нейронов, выясняются функции нейронов латерального коленчатого тела или функции нейронов гиппокампа и т.д. Уже сама постановка вопроса предполагает, что нейроны одной и той же структуры имеют сходные функции, а нейроны разных структур — разные функции. Это заставляет сопоставлять активность нейронов сенсорных структур с параметрами стимулов, нейронов моторных структур — с биомеханическими характеристиками движений и т.д. Очевидно, что при таком анализе может быть изучена связь активности нейрона только с предполагаемой функцией; возможная же связь активности того же нейрона с другими функциями и само существование изучаемой функции остаются принципиально непроверяемыми. В соответствии с этим подходом считается, что импульсная активность нейрона является его реакцией на синаптический приток и соответствует выполнению им той или иной функции: в сенсорных структурах — кодирование информации, обработка информации и т.д.; а в моторных — генераций команд и двигательных программ.

Эти представления о происхождении и судьбе спайков отдельного нейрона формировались на основе данных, полученных на наркотизированных животных или на препаратах при использовании коммутаторной или компьютерной метафоры, которые, как мы считаем, совершенно неприемлемы при анализе нейрональной активности в поведении. Как известно, к центральному нейрону конвергируют тысячи окончаний. Аксон этого нейрона также может иметь тысячи контактов с нейронами, расположенными в различных областях мозга. Ситуация на входе, т.е. на мембране нейрона, меняется каждую миллисекунду, и, как показывают микроионофоретические исследования, два соседних выходных спайка могут иметь совершенно различное происхождение по входу к медиаторному обеспечению [Безденежных 1986]. Поступая к постсинаптическому нейрону, два последовательных спайка пресинаптического нейрона войдут в состав разных состояний на мембране, созданных тысячами других входов, а один и тот же спайк пресинаптического нейрона застанет разные ситуации на двух разных постсинаптических нейронах. Нам представляется очевидным, что в такой ситуации какое-либо кодирование номером канала и какая-либо передача информации или возбуждения через нейронную цепь совершенно невозможна. Невозможно представить себе и кодирование нейроном сообщения частотой импульсов или их распределением во времени, т.к. для генерации каждого спайка постсинаптический нейрон даже по традиционным представлениям суммирует сиюмиллисекундные эффекты всего синаптического притока, а не ждет какой-либо последовательности спайков конкретного пресинаптического нейрона, игнорируя все остальные влияния, также как сам пресинаптический нейрон лишен возможности сформировать какую-либо собственную последовательность спайков, отличающуюся от динамики синаптического притока в целом. Рассмотрев гистологическую картину связей между клетками мозга, У.Наута и М.Фейертак заключают: «Если бы эту ситуацию описали инженеру-электронщику, он, вероятно, отнесся бы к ней неодобрительно, он сказал бы, что от такой схемы нечего надеяться получить что-либо, кроме шума» [1982, с. 97]. Если же учесть, что генерация спайков нейроном находится, по крайней мере, в значительно более сложных отношениях с синаптическим притоком, чем предполагается суммационной гипотезой, и зависит

от синтеза рецепторных белков мембраны и других внутриклеточных метаболических процессов [Анохин 1974], то становится ясно, что нейроны просто не могут выполнять приписываемые им функции.

Широко распространенное убеждение в том, что нейрон реагирует на синаптический приток, в действительности вытекает лишь из картезианской парадигмы и также не обосновано, как и убеждение в том, что поведение целого организма представляет собой «реакции на стимул». Изменение реакции нейрона на один и тот же синаптический приток при изменении его состояния с помощью микроионофоретического подведения различных веществ [Безднежных 1986] и очевидная эндогенность активности «нейронов пейсмекеров», в том числе даже изолированных [Греченко 1982], как нам представляется, прямо противоречит этому убеждению.

Таким образом, мы приходим к заключению, что «самостоятельная нейрофизиология» не располагает обоснованной концепцией деятельности мозга; «физиологические процессы» в отдельных структурах мозга — это лишь теоретические конструкции, вытекающие из той или иной метафоры.

О СОПОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Нам представляется очевидным, что сопоставление теоретических конструкций чистой нейрофизиологии с теоретическими конструкциями той или иной чистой психологии принципиально не может дать каких-либо результатов, имеющих отношение к реальности. Сопоставление «психических» процессов с физиологическими процессами — это лишь переформулировка проблемы соотношения души и тела, возникшей из первобытного дуализма. Признание раздельного существования в мозгу души и тела заранее обрекает любые последующие сопоставления психических и физиологических процессов, якобы подчиняющихся различным закономерностям, на возврат к тому же исходному дуализму, из которого родилась сама проблема [...].

Сопоставляющая психофизиология не только неизбежно дуалистична, но и не располагает результатами, которые не были

бы заранее заданы методикой. Очевидно, что если изучать механизмы зрительного восприятия в зрительной коре, то любой феномен будет отнесен к этим механизмам. Вопрос же о существовании самого процесса восприятия просто не может быть ни решен, ни даже корректно поставлен. Сопоставляющая психофизиология не позволяет даже по статистике объективно изучению субъективной реальности, так как принимает, что объективные методы изучения активности мозга дают информацию лишь о физиологических процессах, в то время как законы субъективного отражения считаются «уже известными» из той или иной психологии, метафоры или здравого смысла. Как справедливо отмечает А.Н. Леонтьев, «дело в том, что никакое прямое соотнесение между собой психических и мозговых физиологических процессов проблемы еще не решает. Теоретические альтернативы, которые возникают при таком прямом сближении, хорошо известны: либо это гипотеза параллелизма, роковым образом приводящая к пониманию психики как эпифеномена; либо это позиция наивного физиологического детерминизма с вытекающим из него сведением психологии к физиологии; либо, наконец, это дуалистическая гипотеза психофизиологического взаимодействия, которая допускает действие нематериальной психики на материальные процессы, протекающие в мозге. Для метафизического мышления никакого иного решения попросту не существует, меняются лишь термины, прикрывающие все те же альтернативы» [1975, с.7]. Более того, признание отдельных и качественно специфических психических и физиологических процессов в структурах мозга ведет даже и к теоретическому запрету на сопоставление этих процессов. Так, И.П. Павлов указывал: «Как показывают все приведенные опыты, вся суть изучения рефлекторного механизма, составляющего фундамент центральной нервной деятельности, сводится на пространственные отношения, на определение путей, по которым распространяется и собирается раздражение. Тогда совершенно понятно, что вероятность вполне овладеть предметом существует только для тех понятий в этой области, которые характеризуются как понятия пространственные. Вот почему ясной должна представляться мысль, что нельзя с психологическими понятиями, которые по существу дела не пространственны, проникнуть в механизм этих отношений. Надо показывать пальцем: где было раздраже-39

ние, куда оно перешло? Если вы живо себе это представите, тогда вы поймете всю силу и правду того учения, на котором мы стоим и которое разрабатываем, т.е. учения об условных рефlekсах, которое совершенно исключило из своего круга психологические понятия, а все время имеет дело только с объективными фактами, т.е. с фактами, существующими во времени и пространстве [1949, с. 385].

Психические же процессы описывают совершенно иную реальность. Как справедливо отмечает Л.М. Веккер, «конечные итоговые характеристики любого психического процесса в общем случае могут быть описаны только в терминах свойств и отношений внешних объектов... так, восприятие или представление... нельзя описать иначе, чем в терминах формы, величины, твердости и т.д. воспринимаемого или представляемого объекта Мысль может быть описана лишь в терминах признаков тех объектов, отношения между которыми она раскрывает, эмоция — в терминах отношений к тем событиям, предметам или лицам, которые ее вызывают, а произвольное решение или волевой акт не могут быть выражены иначе, чем в терминах тех событий, по отношению к которым соответствующие действия или поступки совершаются» [1974, с. 11]. С позиций психологии, как считает Л.М. Веккер, может быть предложен другой выход из несопоставимости психических и физиологических процессов. Он состоит в том, что поскольку «прямое построение ... картины восприятия, чувства или мысли., из материала «стандартных нервных импульсов или градуальных биопотенциалов... осуществлено быть не может», то «...эта неформулируемость характеристик психических процессов на физиологическом языке внутренних изменений в их субстрате является оборотной стороной их формулируемости лишь на языке свойств и отношений их объекта» [там же, с. 14—15]. Надо отметить, что заключение Л.М. Веккера было совершенно логично сделано им из морфо-функциональной посылки: «любой психический процесс, как и всякий другой акт жизнедеятельности человеческого организма представляет собой отправление какого-либо из его органов» [там же, с. 11].

Обе эти крайние точки зрения по-существу имеют одно и то же объективное основание в несопоставимости физиологичес-

ких и психических процессов, представления о которых разработаны в двух «самостоятельных» науках. Таким образом, как с физиологической, так и с психологической точек зрения, основывающихся на морфо-функциональном подходе, представления о психических и физиологических механизмах оказываются несопоставимыми. Вне зависимости от желания исследователя сама процедура сопоставления психических и физиологических процессов или феноменов ведет к дуалистическому решению психофизиологической проблемы. Одни авторы откровенно принимают этот дуализм, другие — отвергают его [...]. Однако, вся история развития сопоставляющей психофизиологии показывает, что она оказывается совершенно бесплодной и бесполезной для физиологии и психологии, так как вместо изучения единого эволюционного феномена мозговых процессов, т.е. единой психофизиологической реальности, заставляет лишь сопоставлять физиологические и психологические представления об этой реальности. Каковы основания этих представлений, мы рассмотрели ранее. Все это означает, по нашему мнению, что необходимо выработать специальный понятийный аппарат для единого же описания этого сложного эволюционного феномена.

ТЕОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Теория функциональных систем была создана П.К. Анохиным на основе физиологических фактов, вскрывших качественную специфичность процессов интеграции различных физиологических процессов в одно целое — функциональную систему целостного поведения. Тем самым был открыт совершенно новый вид процессов в целостном организме — системных процессов, или процессов организации физиологических процессов. Как вспоминал П.К. Анохин [1975], первоначально эта теория возникла из необходимости объяснить восстановление нормальной локомоции при различных искусственных нервных анастомозах и изменений костных прикреплений флексоров и экстензоров. Эти факты, а также данные о сопряженности двигательной и секре-

торной активностей в условных рефлексах, показывали подчиненность отдельных функций целому поведению, и для понимания поведения требовали не определения функций отдельных морфологических частей тела или мозга, а изучения организации целостных соотношений организма со средой.

Поскольку было ясно, что поведение современных организмов является продуктом эволюции, естественного отбора, то в качестве единицы поведения могло быть выделено только обеспечение какого-либо качественно специфического соотношения организма со средой, способствующего его выживанию и размножению. Такое соотношение получило в теории функциональных систем название полезного приспособительного эффекта или результата, а совокупность всех морфологически различных элементов организма, активность которых приводит к этому результату, была обозначена как функциональная система, причем полезный результат выступал как системообразующий фактор.

«Посмотрите на котенка» — писал П.К. Анохин, — «который проделывает ритмические чесательные движения, устраняя какой-то раздражающий агент в области уха. Это не только тривиальный «чесательный рефлекс», это в подлинном смысле слова консолидация всех частей системы на результат. Действительно, в этом случае не только лапа тянется к голове, т.е. к пункту раздражения, но и голова тянется к лапе, шейная мускулатура на стороне чесания избирательно напряжена, в результате вся голова наклонена к лапе, туловище также изогнуто таким образом, что облегчаются свободные манипуляции лап, и даже три незанятые прямо чесанием конечности расположены таким образом, чтобы с точки зрения позы тела и центра тяжести обеспечить успех чесания. Как можно видеть, весь организм устремлен к фокусу результата, следовательно, ни одна мышца тела не остается безучастной в получении полезного результата. Мы имеем в подлинном смысле слова систему отношений, полностью подчиненную получению полезного организму в данный момент результата» [1975, с. 325]. Эта интеграция активности различных в анатомическом отношении структур и подчиненность любого входящего в поведенческий акт физиологического процесса общему результату исключали возможность осуществления какой-либо физиологической функции, включенной в поведение, как

самостоятельной реакции какой-либо структуры на какое-либо цельное воздействие. Только организация в целом определяет форму активности каждого элемента, причем «компоненты той или иной анатомической принадлежности мобилизуются и вовлекаются в систему только в меру их содействия получению запрограммированного результата» [Анохин 1975, с. 35]. Согласно теории функциональных систем, поведение не разделяется на сенсорные, моторные и т.п. процессы или функции, выполняемые теми или иными структурами, а состоит из поведенческих актов, т.е. изменений всегда целостных соотношений всего организма со средой. Поведенческие акты осуществляются активностью систем элементов различной морфологической принадлежности, взаимодействующих в достижении того или иного полезного результата, т.е. адаптивного соотношения организма со средой. Например, такой акт, как захват пищи, осуществляется активностью некоторых мышечных, сосудистых, железистых и т.д. элементов в различных областях тела и активностью некоторых нервных элементов в самых различных областях мозга. И вся эта активность направлена на то, чтобы пища оказалась во рту. При этом под функциональной системой понимается такое сочетание процессов и механизмов, которое, формируясь динамически в зависимости от данной ситуации, непременно приводит к приспособительному эффекту, полезному для организма именно в этой ситуации [Анохин 1968]. С другой стороны, «системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных элементов, у которых взаимодействие и взаимоотношения приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата» [Анохин 1975, с. 37]. Разработанная П.К.Анохиным общая теория функциональных систем оказалась применимой в самых разных областях науки, поскольку позволяла охватывать единым пониманием многие аспекты эволюции соотношений организма со средой от зарождения жизни и до развития социальных систем. Это единство понимания вносится понятием результата как универсального системообразующего фактора: «Само появление устойчивых систем с чертами саморегуляции стало возможным только потому, что возник первый результат этой саморегуляции в виде самоустойчивости, способной к сопротивлению внешним

воздействиям. Следовательно, регуляторная роль результата системы была первым движущим фактором развития систем, который сопровождал все этапы предбиологического, биологического и социального развития материи» [Анохин 1975, с. 339].

В этой работе мы многократно будем возвращаться к различным положениям теории функциональных систем, в настоящий же момент нам важно рассмотреть, какие изменения эта теория внесла в представления о физиологических и психических явлениях и в проблему их соотношения.

Начнем с понятия о структурах мозга. Различные структуры эволюционно появляются в результате генетической изменчивости организмов; их появление может оказаться селективно бесполезным, вредным или ценным, что будет установлено лишь последующим естественным отбором, который имеет дело только с поведением.

Эмбриогенетические исследования, показавшие, что элементы мозга и различных органов тела созревают избирательно, причем именно так, чтобы к моменту рождения могли быть обеспечены только жизненно важные для новорожденного функции, привели к созданию теории системогенеза [Анохин 1968], в свете которой понятие структуры, т.е. результата закономерного процесса органогенеза, не имеет значения «детали» и не связано с определенным «назначением» или «функцией».

Согласно теории функциональной системы, какое-либо дробление целостного организма на части, т.е. на отдельные функции, возможно только в соответствии с достигаемыми результатами. Достижение какого-либо результата в соотношении организма со средой и есть функция, т.е. часть общей работы, а организованная совокупность активности, приводящая к достижению этого результата, и есть функциональная система.

С этой системной позиции не только любая функция оказывается полиструктурной, но и любая структура — полифункциональной, т.к. в особенностях структуры фиксируется не одна функция, а все, в осуществлении которых может быть использована данная структура. Например, такой результат, как смачивание пищи в полости рта, получается целой функциональной системой, включающей активность многих нервных, мышечных, сосудистых, железистых и иных морфологических элементов. Вместе с тем, один и тот же процесс слюноотделения и актив-

ность одной и той же структуры, например, слюнной железы собаки могут использоваться для достижения различных результатов: только для смачивания и первичной ферментативной Обработки пищи, но и для терморегуляции, зализывания ран и Таким образом, в особенностях структуры слюнной железы зафиксирована вся совокупность функций, в которых вообще может быть использована слюнная железа, но в каждой отдельной функциональной системе используется только часть этих возможностей.

Из этого рассмотрения ясно, что «физиология сенсорных систем» или «физиология движений», связывающие отдельные функции с отдельными структурами мозга, обязаны своим существованием лишь морфо-функциональному подходу к деятельности мозга.

Теория функциональных систем не только полностью порывает с морфо-функциональным и традиционным рефлекторным подходом к объяснению поведения, но и создает новую систему понятий в физиологии. Поведение рассматривается как континуум, а единицей анализа поведения признается не рефлекс, а поведенческий акт, понимаемый как элементарный цикл соотношения целостного организма со средой, в котором выделяются не «афферентные» и «эфферентные», связанные с локальными субстратами процессы, а системные процессы, т.е. процессы организации активности элементов «различной анатомической принадлежности» в единое целое, в функциональную систему.

Огромное революционное значение имеет также положение теории функциональных систем о том, что активность организма в поведении детерминирована «опережающим отражением действительности» [Анохин 1978, с. 7], и организация всех процессов в системе является «информационным эквивалентом результата» [Анохин 1978, с. 287], т.е. будущего по отношению к активности организма события.

С позиции теории функциональной системы меняется сама проблематика нейрофизиологических исследований поведения: подлежащими исследованию в поведении становятся не «пути проведения возбуждения» и не процессы в тех или иных «центрах» или структурах, а закономерности организации клеточных Физиологических процессов в различных видах поведения, отра-

45

жение в этой организации структуры среды, детерминация этой организацией двигательной активности организма и т.п.

Открытие системных процессов внутри организма обуславливает совершенно определенную трактовку как среды, так и соотношения организма и среды. Согласно теории функциональной системы, в отличие от рассмотрения материально-энергетических отношений между локальным воздействием и локальной рефлекторной реакцией, имеющих место у наркотизированных или спинальных препаратов, и принимавшихся как основа поведения в физиологии высшей нервной деятельности, поведение трактуется как средство двустороннего информационного соотношения организма и среды. Обмен организованностью, или информацией, между организмом и средой может быть описан только системными категориями, которые характеризуют внешнюю среду и процессы внутри организма с точки зрения их соотношения. Внешняя среда должна характеризоваться не только определенной организацией ее элементов во времени и пространстве, доступной наблюдателю, но и наличием у изучаемого организма возможности так или иначе использовать эту организацию элементов среды в поведении. С другой стороны, процессы в организме, в свою очередь, должны характеризовать не только определенную организацию активности элементов организма, но и связь этой организации с определенными внешними событиями. Поэтому все понятия теории функциональной системы одновременно обозначают как определенную организацию среды, так и определенную организацию элементов внутри организма. Поскольку при системном подходе принимается, что единство психики как системы выражается в том, что, являясь субъективным отражением объективной действительности, она осуществляет функцию регуляции поведения, то сопоставление психологического и физиологического в поведении оказывается сопоставлением отражения объективной действительности в организации физиологических элементарных процессов и самой реализацией этих процессов в одних и тех же функциональных системах.

Как «жизнь характеризуется не какими-либо определенными свойствами, а особенной специфической комбинацией этих свойств» [Опарин 1924, с. 36], так и поведение представляет собой

не какие-то особые процессы, а специфическую организацию элементарных клеточных процессов физиологического уровня. Эти процессы организации качественно специфичны и двусторонни, организация среды обуславливает организацию процессов внутри организма, что в свою очередь приводит к организованным-воздействиям организма на среду и к новой организации среды и т.д. Весь этот постоянный циклический процесс в системной терминологии и обозначается общим термином — поведение.

Доказав наличие специфических системных процессов интеграции элементарных клеточных физиологических процессов, качественно отличных от этих элементарных физиологических процессов, теория функциональной системы устранила основное препятствие на пути единого психофизиологического понимания поведения, которое состояло в том, что в аналитических нейрофизиологических экспериментах исследователь всегда имеет дело только с локальными и частными процессами, в то время как поведение и психика осуществляются мозгом и организмом как целыми. Тем самым теория функциональной системы обеспечила возможность общего решения психофизиологической проблемы, которое в самом общем виде может состоять в том, что организация физиологических клеточных процессов в единую систему осуществляется с помощью качественно своеобразных системных процессов: их субстрат — клеточная физиология, их информационное содержание — свойства и отношения внешних объектов.

В связи с тем, что психика объективно проявляется только через поведение, и в современное представление о психике обязательно входит понятие деятельности или поведения, можно предполагать, что выделяемые психологами специфические психические процессы сопоставимы с какими-то специфическими характеристиками одних и тех же системных процессов соответствующего поведения, что согласуется с положением о целостности психики. Системность процессов, лежащих в основе поведения и психики, принадлежит, по-видимому, к тем общим признакам «всякого психического процесса, которые составляют основу различения психического и непсихического» [Веккер 1974, с. 10].

Поскольку системные процессы являются одновременно и физиологическими и психическими, в зависимости от аспекта их рассмотрения, и внутри организма они представляют собой

процессы именно организации элементарных клеточных процессов, то такая точка зрения избегает отождествления психических и физиологических процессов. Она избегает и психофизиологического параллелизма, так как системные процессы — это процессы организации именно физиологических элементарных процессов, и психика оказывается продуктом мозга. Так как внутренняя организация элементарных клеточных процессов определяется организацией среды (прошлой и будущей), т.е. ее предметной структурой, то психика не может быть исключена из анализа поведения. И, наконец, так как системные процессы «состоят» исключительно из клеточных физиологических процессов, и новое качество достигается исключительно за счет их организации, то физиологическое и психическое оказывается лишь разными аспектами рассмотрения одних и тех же системных процессов, что исключает какие-либо психофизиологические взаимодействия.

Эти теоретические положения теории функциональной системы мы реализовали в нескольких сериях экспериментов. При изучении суммарной электрической активности и импульсации отдельных нейронов различных областей мозга в поведенческих актах, например, таких, как подход кролика к кормушке после вспышки света, мы получили следующие *основные результаты*.

- 1) В условиях поведения в анатомически различных областях мозга имеют место не локальные и частные, а одни и те же системные процессы организации активности элементов в систему; активность любого нейрона отражает его вовлечение в те или иные фазы организации и реализации функциональной системы поведенческого акта.
- 2) Активность нейронов в любой структуре не является афферентной или эфферентной, а одновременно соответствует как определенным условиям среды, так и определенной форме двигательной активности.
- 3) При осуществлении поведения активность нейронов отражает их вовлечение в систему, где организация всех процессов является информационным эквивалентом результата, т.е. будущего события, а не предшествующего (в том числе предъявленного).

Из этих результатов, отраженных во многих публикациях [Швырков 1978, Шевченко 1982, Александров, Максимова 1985, Безденежных 1986, Александров 1989] вытекают, как нам представляется, важные для подхода к решению психофизиологической проблемы *следствия*.

1) Генерация спайка нейроном является, конечно, физиологическим процессом; вместе с тем этот физиологический процесс организуется, т.е. спайк генерируется или кет, в зависимости от межнейронных системных процессов, которые подчиняются специфическим закономерностям взаимодействия массы нейронов. Клеточные, физиологические, элементарные и системные общемозговые процессы представляют собой разные уровни организации процессов в организме. Первые остаются под наркозом или в коматозном состоянии и даже в спинальном или нервно-мышечном препарате; вторые же существуют только у целостного бодрствующего, активно соотносящегося со средой организма. Это объясняет невозможность прямого соотнесения психических и физиологических явлений, так как такое соотнесение перескакивает через уровень системных процессов, которые являются непосредственной основой поведения, а следовательно, и психики.

2) Системные процессы, или «процессы организации физиологических процессов», в межнейронных отношениях отражают не анатомические связи той или иной структуры, которые хотя и избирательно, но используются в любой форме поведения, а сами эти формы поведения, т.е. определенные формы взаимоотношений целостного организма и среды. Это уже показывает, что объективных оснований для картезианского противопоставления души и тела нет, так как организация процессов в системе является внутренним отражением среды, и в тоже время это организация именно элементарных физиологических процессов. Психическое, таким образом, выступает уже как системное качество организации физиологических клеточных процессов.

3) Если бы, однако, организация активности нейронов в системе поведенческого акта непосредственно отражала «прошлую среду», т.е. свойства предъявленного стимула, то элементы стимула могли бы непосредственно возбуждать соответствующие рецепторы и далее вызывать отдельные рефлекторные физиологические

49

реакции, как это и постулировалось учением о высшей нервной деятельности. Механизмы поведения при этом оставались бы физиологическими, и их организация, даже отражая организацию элементов стимула, оказалась бы параллельной с чисто физиологическими процессами детерминации поведения стимулом.

Тот факт, что организация активности нейронов в системе поведенческого акта является информационным эквивалентом результата, т.е. извлеченного из памяти будущего события, означает, что в поведении имеет место именно психическая, т.е. информационная детерминация элементарных физиологических процессов через системные. При этом образ будущего результата, или акцептор результатов действия, не только является опережающим отражением действительности, но и одновременно регулятором соответствующей целенаправленной двигательной активности организма.

Дальнейшим развитием теории функциональных систем в психофизиологии стала разработанная нами системно-эволюционная теория.

СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЯ НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОВЕДЕНИИ

Прямая регистрация активности нейронов долгое время была возможной только у животных под наркозом или на препаратах, т.е. в условиях отсутствия поведения. Результаты, полученные в таких экспериментах, и дали основание для представления о нейроне как о сумматоре, о нервных сетях, об афферентных и эфферентных процессах и т.д. Эти исследования позволили уточнить сведения об анатомических связях -между элементами мозга, но принципы функционирования мозга в поведении не могли быть вскрыты на основе феноменов, обнаруживаемых в отсутствии поведения.

В этих экспериментах сразу была обнаружена специализация нейронов, которая в соответствии с морфо-функциональным подходом трактовалась как функциональная или процессуальная. В частности, было обнаружено, что нейроны могут реагировать в большей степени на определенные свойства стимула, т.е. иметь различные рецептивные поля [...], а часть из них работает в соответствии с сохраняющимися под наркозом формами активности организма, например, дыханием [...]. Морфофункциональный подход заставлял сопоставлять активность нейронов разных структур с различными предполагаемыми для этих структур функциями. Так, зрительные структуры тестировались зрительными стимулами и поэтому, естественно, там были обнаружены именно зрительные рецептивные поля. Вскоре, однако, конвергентные свойства были обнаружены и у нейронов не только так называемых неспецифических структур, но и проекционных

51

корковых областей [Jung a.oth. 1963, Murata a.oth. 1965], а затем и вообще во всех структурах мозга [Баклаваджан и др. 1971, Казаков, Измestьев 1972]. Эти данные показывают, что нанесение стимула активизирует фактически многие нейроны, расположенные в самых разных структурах. Так например, щелчок в интервале 30 миллисекунд изменяет активность не только структур слухового анализатора, но и нейронов других областей коры [Воронин. Эзрохи 1971], гипоталамуса {...}, гиппокампа {...}, мозжечка {...}, альфа- и гамма-нейронов спинного мозга {...}, первичных кожных афферентов {...}, волокон зрительного нерва {...} и т.п. С другой стороны, а одной и той же структуре обнаруживались нейроны, отвечающие на самые разные стимулы {...}.

Сначала специализация клеток относительно отдельных свойств раздражителя рассматривалась как наличие у них отдельных рецептивных и двигательных полей {...}. В частности, в зрительном и соматическом анализаторах была обнаружена связь ответов нейронов с определенной локализацией раздражений {...} затем были выделены простые, сложные, сверхсложные рецептивные поля {...} и обнаружены нейроны, специфически связанные с самыми разными параметрами стимула — с направлением, ориентацией, скоростью движения точки, линии, щели, угла и т.д. [Hamasaki, Winters 1974 и др.]; в соматическом — с направлением движения раздражителей по коже {...}, с угловой скоростью сгибания в суставе {...} и т.д.; в слуховом — детекторы гласных и согласных {...}, детекторы направления движения звуков {...} и т.д. В дальнейшем, однако, зависимость от определенных параметров раздражения была показана и для нейронов, проекционно не связанных со стимулируемой периферией. Были обнаружены зрительные рецептивные поля, специфически чувствительные к направлению движения объектов в поле зрения, у нейронов моторной коры [Teyler a.oth. 1972]; слуховые рецептивные поля, специфически чувствительные к свойствам звука — у нейронов верхних бугорков[...и в зрительной коре {...} и т.д. Таким образом, даже в экспериментах на обездвиженных и наркотизированных животных была обнаружена полифункциональность структур

к
распределенность одинаково специализированных нейронов по разным структурам. Тогда же некоторые авторы [Летвин и др. 1963] обратили внимание на то, что характери-

ки рецептивных полей, например, в сетчатке лягушки, могут быть связаны с определенными формами врожденного поведения; однако, замечания типа «лягушка интересуется жуками и мухами, в то время как границы и углы интересуют только ученых» долгое время не влияли на представление о том, что рецептивные представления поля призваны отражать физические свойства стимула. Точно также не заслужил должного внимания и Феномен настройки слуховых нейронов на запускающие определенное поведение видоспецифические звуковые сигналы [...]. Несколько позже было обнаружено, что многие рецептивные поля создаются в процессе онтогенеза и обучения организма [...] и зависят от того, в какой среде воспитывается животное [...].

Появившиеся возможности регистрировать импульсную активность нейронов у бодрствующих животных [...] и у животных в активном поведении использовались сначала для решения задач, вытекавших, в основном, из тех же рефлекторных и морфо-функциональных представлений о деятельности мозга. Как и в экспериментах на наркотизированных животных, по-прежнему наносились стимулы и регистрировались реакции, выяснялись механизмы кодирования информации и регуляции движений, изучались процессы в отдельных структурах и взаимовлияние структур и т.д.

Однако, все новые данные, получаемые при исследованиях в свободном поведении животных, постепенно приводили к осознанию того факта, что в поведении имеют место нейрональные феномены, во многом иные, чем в условиях аналитических экспериментов. В поведении нервная система внутренне активна, и эта активность оказалась организованной в соответствии как с процессами в организме, так и с различными аспектами целенаправленных соотношений организма со средой. Намечившиеся еще в аналитических экспериментах четыре характеристики нейрональной активности, а именно, 1) специализация нейронов, 2) распределенность нейронов одинаковой специализации по разным структурам и наличие в одной структуре нейронов различных специализаций, 3) связь некоторых специализаций с поведением и 4) формирование определенных специализаций нейронов в обучении, получали все большее подтверждение в экспериментах, в которых нейрональная активность регистрировалась в реальном поведении.

53

Уже в 1972 г. J.M. Miller и др., изучавшие активность нейронов слухового анализатора в поведении, пришли к выводу, что «клеточная активность в сенсорных системах жестко определяется поведенческой ситуацией и задачей» [Miller a.oth. 1972, p.450]. При исследовании нейронов гиппокампа J. Ranck [1973] вообще нашел возможным сопоставлять их активность только с определенными поведенческими актами. Он назвал этот подход микрофренологией; нам, однако, представляется, что более подходящим был бы термин «микроэтология», поскольку речь идет не о связи определенного поведения с активностью локальной области мозга, а о связи активности определенных нейронов с определенным поведением. J. Ranck же описал нейрон «маленького зеленого крокодила», который активировался исключительно при манипулировании крысы с этой игрушкой. J. O'Keefe [1976] описал «нейроны места» в гиппокампе, а в наших экспериментах также в гиппокампе обнаружались нейроны цели, которые активировались исключительно при осуществлении животным определенного поведенческого акта, например, подход к педали, вне зависимости от предшествующих событий и от способа выполнения этого акта. Активации этих нейронов лучше выделялись при построении предрезультатных гистограмм [Швырков 1978].

В эти же годы были описаны нейроны, специализированные относительно движений различной сложности [...]. В очень многих публикациях отмечалась связь активности нейронов с определенными «этапами» поведения [...]. В поведении представленность нейронов одной и той же специализации в разных областях обнаруживалась с еще большей очевидностью, чем в аналитических экспериментах. Так, например, нейроны, активации которых связаны с открыванием рта, обнаружены в мезэнцефалическом ядре тройничного нерва и в двигательной коре кроликов [Александров 1989], в премоторной коре обезьян [...], в черной субстанции [...], а также в подушке и латеральном коленчатом теле [...]. И точно также в одной и той же структуре обнаруживались нейроны самой разной специализации, например, в ретикулярной формации при одной и той же проходке электрода можно обнаружить нейроны специализировано связанные с открыванием и закрыванием рта[...], с захватом пищи или движе-

ниями головы I...], с различными микродвижениями [...]. В настоящее время число сообщений о различных формах специализации нейронов возрастает лавинообразно. В самых различных областях мозга млекопитающих описаны клетки, активные только при сокращении определенных мышц [...] и только при определенном движении конечности [...], при движениях нижней челюсти [...] и при движениях глаз [...], при «восприятии сложных объектов» [...] к иллюзорным контурам [...], при новизне I... и внимании [...], при использовании когнитивных карт [...], при голоде [...], жажде [...], агрессии [...], состоянии сна к бодрствования [...], при достижении конкретных целей [...], при ошибках [...], в связи с продолжительным отрезком поведенческого континуума [...] и отдельными конкретными актами [...], при предъявлении только од ного из пяти вариантов проекции головы (фас, левый и правый профиль, верх и низ) [...], в связи с «специфическими взаимодействиями между руками и объектами» [...] и специфическими объект-объектными взаимодействиями [...] или «определенными комбинациями стимулов и ответов» [...], с отдельными задачами [...], различными «лицами» у обезьян [...] И овец [...] и т.д. При этом полифункциональность структур мозга, особенно ярко подчеркнута, пожалуй, V.V. Mountcastle [1978], который в результате анализа активности нейронов париетальной коры обезьян пришел к выводу, что «париетальная кора является существенной частью широко распространенной мозговой системы, которая создает и поддерживает нейрональный образ формы тела, положения тела в ближайшем окружающем пространстве, связей частей тела друг с другом и с полем тяготения, контролирует направление взора и зрительное внимание; эта кора одновременно связана еще и с «потребностями и интересами» и «время от времени генерирует команды для действий» [р.37]. Такая же распределенность функции наблюдается и для, например, «нейронов движения», а такой же полифункционализм наблюдается и в других областях мозга, таких как различные области коры [...], базальные ганглии [...], ретикулярная формация [...], верхние бугорки [...], гиппокамп [...] и др. Во многих экспериментах получила подтверждение и точка зрения о формировании специализаций нейронов в индивиду-

альном онтогенезе [...] и постоянстве специализации нейронов. В частности, D.N. Spinelli описал зависимое от раннего постнатального опыта формирование у котят рецептивных полей нейронов зрительной и соматосенсорной областей коры, которые обнаруживались и через полтора года у взрослых кошек [1978]. Таким образом, чем естественнее становилось исследуемое поведение, тем разнообразнее и парадоксальнее оказывались нейрональные феномены. Вместо пассивного нейрона, реагирующего лишь на те или иные стимулы, исследователи столкнулись с внутренней организацией нейрональной активности и с огромным разнообразием форм ее связи с особенностями поведения и активностью организма в поведении. Основываясь на совокупности этих новых фактов, многие нейрофизиологи пришли к выводу, что аналитические нейрофизиологические представления, базирующиеся на данных, полученных в экспериментах на наркотизированных животных, и исходящие из понимания роли нейрона как переключательного звена в дуге того или иного рефлекса, не адекватны для описания нейрональной активности в поведении [...].

Все это заставило искать новые подходы и концептуальные основы нейрофизиологии поведения. К таким подходам можно отнести и попытки описывать нейрональную активность в терминах теории информации [...], уже упоминавшуюся «микрофренологию» [...], сопоставление активности нейрона с «промежуточными переменными» Толмена [...], или прямо с такими категориями интроспективной психологии как восприятие [...], внимание [...] и др. Указанные новые подходы, безусловно продуктивные при решении частных экспериментальных задач, для описания активности нейронов определенного типа, таких, например, как нейроны «места» или «экстраперсонального пространства», оказываются, однако, односторонними, и неприменимы к описанию специализаций всех нейронов и к пониманию значения специализации для нейрофизиологических основ поведения и психики в целом.

Эта ограниченность обусловлена самой процедурой сопоставления нейрональной активности с поведением. Во многих работах данная процедура начинается с анализа поведения и выделения временных отрезков, на которых в соответствии с той или

иной концепцией предполагается осуществление той или иной функции или процесса, а уже затем активность нейронов сопоставляется с отрезками поведения, где имеется или отсутствует эта функция. Таким образом, связь активности нейрона с какой-либо функцией в действительности есть связь его активное! и с несколькими отрезками поведения, в которых экспериментатор усматривает общую характеристику, которая и получает название функции. Эти названия функции берутся готовыми из психологии, неврологии, кибернетики или здравого смысла в зависимости от того, как представляет себе поведение тот или иной исследователь. Один и тот же нейрон, например, активирующийся при поворотах животного направо, для одного исследователя будет казаться специализировано связанным с движением животного направо, для другого — с перемещением изображения по сетчатке налево, для третьего — с оперированием в правой части экстраперсонального пространства, для четвертого — с изменением соотношения головы и тела и т.д.

То же справедливо относительно разделения телесных и психических функций. V.V. Mountcastle описывая, например, нейроны, активные, когда имеет место «фиксация взора и, следовательно, зрительное внимание» [1978, р. 42]. На наш взгляд, таким нейронам с равным основанием можно приписать связь и с восприятием, и с мотивом, и с волей и т.п. а связанным с вниманием можно считать любой нейрон, активирующийся при движении к любым объектам. Другими словами, активность одного и того же нейрона при сопоставлении с какими-либо телесными процессами выглядит как «центральная регуляция физиологической функции», а при сопоставлении с предполагаемым феноменом субъективного мира — как «коррелят психической функции». Такая множественность трактовки функциональной специализации нейронов заставляет предполагать, что все эти функции существуют лишь в представлениях экспериментатора и произвольно отождествляется им со специализацией нейронов животного.

В реальном эксперименте активность нейрона объективно может быть сопоставлена лишь с последовательностью целостных актов наблюдаемого поведения. В связи с этим в наших экспериментах на кроликах устанавливалась не функциональная, а

именно поведенческая специализация нейронов, которая давалась в виде перечня всех актов, где нейрон во всех случаях давал активации. Изучая специализацию нейронов в различных областях мозга относительно врожденных актов дыхания и поглощения пищи, мы обнаружили, что в ритме дыхания или жевания работают некоторые нейроны как в корковых областях, так и в гиппокампе, ретикулярной формации и обонятельной луковице, причем активации афферентов веретен жевательных мышц в межэнцефалическом ядре тройничного нерва и нейронов двигательной коры могут быть одинаково специализировано связаны, например, с открыванием рта [Александров 1989, Карпов 1984]. Вместе с тем, как в коре, так и в ретикулярной формации при одной и той же проходке электрода можно было обнаружить нейроны, активации которых были связаны с открыванием и закрыванием рта, а также с захватом пищи или движениями головы. В обонятельной луковице также были обнаружены нейроны, активации которых были связаны как с различными фазами дыхательного цикла, так и с движениями головы.

Эти данные показывают, что в различных областях мозга некоторые нейроны являются специализированными относительно врожденных поведенческих актов, т.е. активируются при реализации только одной функциональной системы из числа врожденных. Возможно, что подобные нейроны имеют преимущественную, но не исключительную, локализацию в филогенетически древних структурах мозга. Так, в наших исследованиях из 327 изученных в этом аспекте нейронов корковых областей только 20 были связаны с дыханием или открыванием рта, в то время как из 272 нейронов обонятельной луковицы 139 клеток были связаны с дыханием, а из 46 нейронов ретикулярной формации 19 — с движениями нижней челюсти.

При сопоставлении активности нейронов различных областей коры мозга и гиппокампа с приобретенным в результате обучения циклическим пищедобывательным поведением кроликов (оно состояло в подходе к педали, нажатии на педаль, повороте головы в сторону кормушки, подходе к кормушке, наклоне головы, захвате пищи и подъеме головы, жевании, отходе от кормушки, снова подходе к педали и т.д.) также были обнаружены нейроны, активации которых оказались специфически связаны

лишь с одним из элементов приобретенного поведения. Так, оказалось, что существуют нейроны, активные только при подходе педали, или только при подходе к кормушке, или только при нажатии на педаль, или только при захвате пищи и т.д. Какой-либо преимущественной локализации этих нейронов обнаружить не удалось. В экспериментах, где о специализации нейронов можно было судить главным образом по связи их активности с различными этапами поведения, из 302 нейронов моторной коры, 129 клеток зрительной коры и 129 нейронов гиппокампа имели постоянные активации на том или ином этапе поведения 136, 45 и 31 нейрон соответственно.

Таким образом, в различных областях мозга наблюдается специализация некоторых нейронов относительно врожденных и приобретенных функциональных систем поведенческих актов; активации части нейронов связаны с реализацией только одного поведенческого акта. Вместе с тем мы наблюдали нейроны, активации которых были связаны с более крупными и более мелкими актами. Так, наряду с нейронами, активными только при открывании рта, были также обнаружены клетки, активные в течение всего времени грызения пищи или ее жевания, или при захвате пищи. Аналогично, наряду с нейронами, активными в ту или иную фазу дыхательного цикла, существуют клетки, активные при специальном принюхивательном дыхании — sniffинге. Точно также, наряду с нейронами, активации которых были связаны исключительно с одним поведенческим актом выученного поведения, были обнаружены клетки, активные в течение нескольких актов подряд: при повороте и подходе к педали, при подходе и нажатии на педаль, при подходе, наклоне головы и захвате пищи и т.п. Нейроны, активные в нескольких актах подряд, наблюдались как в корковых областях, так и в гиппокампе и в ретикулярной формации.

Для выявления возможной «функциональной» специализации активность нейронов сопоставлялась с реализацией описанного выше инструментального пищедобывательного поведения. В экспериментальной клетке, по углам которой располагались две кормушки и две педали, обученный кролик мог получить пищу из правой кормушки, нажав на правую педаль, и из левой —

нажав на левую, что позволяло сопоставлять активность нейронов при достижении одних и тех же целей разными движениями и в различной среде, разных целей одними и теми же движениями и в разной среде, и разных целей различными движениями в одной и той же среде. Эксперименты, в ходе которых была проанализирована активность 315 нейронов коры и 55 клеток гиппокампа, показали, что во всех исследованных областях имеются нейроны, активации которых специализировано связаны с различными «аспектами» поведения.

Наряду с нейронами, активными в отдельных поведенческих актах или в нескольких актах подряд, наблюдались нейроны, активации которых были связаны с определенными движениями или с нахождением кролика в определенном месте клетки, или при достижении кроликом одной и той же цели. Среди «нейронов движений» имелись клетки, активные при любых движениях, только при горизонтальных движениях головы, только при вертикальных движениях, только вправо или только влево, только от срединной оси тела или только к срединной оси тела и т.д. Наблюдали мы также уже описанные в литературе [...] нейроны, активации которых были связаны только с быстрыми движениями, только с медленными движениями, а также только с началом тех или иных движений. Среди «нейронов среды» мы обнаружили клетки, активные во всех четырех углах экспериментальной камеры, только в левой или в правой половине клетки, только в тех углах, где расположены педали или только в тех, где расположены кормушки, в одном углу или только у одной стены или при строго определенном положении головы относительно данного места стенки. Такая специализация, очевидно, совпадает с описанной для «нейронов места» гиппокампа [O'Keefe 1976] и сопоставима, вероятно, также с известной специализацией нейронов относительно сенсорных модальностей. При сопоставлении с дефинитивным поведением активации таких клеток действительно выглядят независимыми ни от целей, ни от движений, совершаемых в данном акте. Они появляются, как у одного из обнаруженных в наших экспериментах нейрона, например, при определенной ориентации головы кролика: «правый глаз к середине задней стенки экспериментальной камеры».

Среди «нейронов цели» имеются клетки, которые активируются при достижении этой цели вне зависимости от предшествующих событий, среды и движений. Например, нейроны «захвата лиши вообще» активируются при захвате пищи в любой кормушке, с руки и с пола в любом месте клетки, когда кролик совершает даже и оппонентные захвату в кормушке движения, т.е. поднимание головы кверху; нейроны, активные при подходах к педали вне зависимости от исходной точки подхода и направления движения направо или налево, нейроны, активирующиеся при подходах к любой кормушке и т.д. Эти нейроны сопоставимы, вероятно, с нейронами экстраперсонального пространства [Moimtcastle a.oth. 1977]. Наблюдали мы также и нейроны смешанной специализации, как например, нейрон, дававший активации при подходах к любой кормушке, но только при движениях направо, и не дававший разряда при движении к тем же кормушкам налево, а также при любых движениях во всех остальных частях клетки. Нейроны различных специализаций наблюдались во всех изученных областях [Швырков 1986, Шевченко и др. 1986]. Можно говорить лишь об их различной процентной представленности. Например, из 154 нейронов моторной коры 24 были «нейронами цели», 15 — «нейронами движений», 5 — «нейронами среды», 16 — смешанных типов, 4 — «нейрона конкретные акты». Из 60 клеток париетальной коры 8 были «нейронами целей», 5 — «нейронами движений», 2 — смешанных типов, 5 относились к конкретным актам. Те же типы нейронов мы наблюдали в зрительной, лимбической, соматосенсорной областях коры, а также в гиппокампе. Однако, точно оценить содержание в той или иной структуре нейронов, специализированных относительно того или другого аспекта, пока не представляется возможным, так как обнаружение во время погружения электрода специализированного нейрона, как правило, молчащего в отсутствие «своего» элемента поведения — это всегда в значительной степени удача, сопутствующая одному экспериментатору в большей степени, чем другому. Специализированные по отношению к разным аспектам поведения и расположенные в одной и той же структуре нейроны обнаружены разными авторами в таких различных образ о ва ниях как кора, хвостатое ядро, другие базальные ганглии, ретикулярная формация, верхние бугорки, гиппокамп и др.

Вначале мы пытались понять эти данные с позиций иерархии систем, при этом общий принцип специализации нейронов по отношению к разным аспектам выглядел как «иерархия дробности». Предполагалось, что отдельные цели, движения или параметры среды, с которыми специализировано связаны активации различных нейронов, не аддитивны, т.е. не могут быть представлены как слагаемые и суммы, а образуют иерархический ряд дробления целого. Этот принцип проявляется, например, и в том, что активации, обрывающиеся в момент контакта пищи с зубами, могут продолжаться в течение подхода к кормушке, наклона и захвата пищи или появляться только при захвате. Двигательная активность и среда также представлены на нейронах шкалами от «любых движений» или «всех четырех углов» к более конкретному движению, например, к срединной оси тела или положению «правый глаз к середине задней стенки» соответственно. Крайними точками на этих шкалах можно было бы считать описываемые у детекторов и командных нейронов [...] отдельные рецептивные и двигательные поля [...]. На эту же шкалу попадают, вероятно, нейроны, имеющие интегральные «поля» [...] и еще более сложные отношения с формой, цветом, фактурой объекта [...], или нейроны, имеющие различную связь с пространственным расположением источника звука [...], движениями объекта по коже [...], а также клетки, активность которых специализировано связана с движениями различной сложности [...]. Наблюдали мы также нейроны, для обозначения связи активаций которых с поведением приходилось привлекать самые разные термины, такие как «внимание», если нейрон давал активации только в первых после смены эффективной педали актах и затем постепенно замолкал. Если же активации имели место, например, только при наклонах в кормушку, когда там была пища, и отсутствовали при проверочных опусканиях головы в пустую кормушку, то активации такого нейрона выглядели как коррелят «уверенности». Противоположный случай, когда нейрон активен только при проверочных опусканиях головы и не дает активации при наклоне за пищей, выглядит, соответственно, как коррелят «сомнений».

Приведенный перечень специализаций нейронов показывает, что описываемые в литературе функциональные типы нейронов,

выделяемые при сопоставлении их активности только с одним из аспектов поведения, например, движением, в действительности могут быть и «нейронами движения и цели», «нейронами движения и среды», и «нейронами конкретного поведения». Таким образом, соотношение организма со средой феноменологически проецируется на различные нейроны значительно более разнообразными способами, чем те, которые могут быть обнаружены при изучении только рецептивных полей, только организации движения или только мотивации.

Все это разнообразие специализаций, как уже говорилось, мы сначала объясняли, исходя из представлений об иерархии функциональных систем. При этом иерархия функциональных систем пищедобывательного поведения представлялась как «цикл голод — насыщение», «цикл получения порции пищи», «объединение актов», «отдельные акты». Это представление как будто объясняло наличие нейронов, активирующихся в течение различных по длительности «этапов» поведения. Наличие «нейронов целей», «нейронов движения» и «нейронов среды» связывалось с тем, что в структуре памяти различные функциональные системы могут иметь те или иные «области перекрытия», т.е. общие нейроны. Аспектная специализация таких нейронов объяснялась тем, что нейрон одновременно принадлежит нескольким системам, общим в отношении того или иного аспекта, но реципрокным в отношении двух других; тогда его активность феноменологически оказывается связанной исключительно с одним аспектом рассмотрения поведения: целью, средой или движением..

Однако, эти представления сталкивались с непреодолимыми трудностями: «иерархия функциональных систем» не вытекала ни из каких фактов и была точно также произвольно «придумана» экспериментатором, как и различные «функции»; при этом активность нейронов приходилось объяснять его вовлечением в ту или иную функциональную систему, т.е. принимать первичность системных процессов по отношению к нейрональным.

Становилось ясно, что для выяснения соотношения нейрональной активности и поведения необходимо объективное описание «состава» поведения и выяснение детерминации активности нейрона в поведении.

63

ОБЪЕКТИВНОЕ ОПИСАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ

Вопрос о том, что именно в поведении может быть сопоставлено с активностью нейронов, требует выяснения структуры поведения «с точки зрения животного».

Представления о поведении, т.е. о том, что должно быть объяснено о деятельностью мозга, в отсутствие сведений об этой деятельности в поведении и, следовательно, возможности верификации и фальсификации конкретных гипотез, были весьма неопределенны, и привлекались из разнообразных наук и сфер практической деятельности. Зоология и неврологическая клиника, интроспективная психология и педагогика, физиология и бихевиоризм и т.д. используют свои собственные понимания поведения. Значительную роль в представлении о поведении играет и донаучный «здравый смысл».

Претендующие на объективность и используемые в психофизиологии описания поведения представляют его либо как последовательность реакций организма на стимулы, либо как последовательность элементарных поведенческих актов, либо как иерархию единиц деятельности и т.д. Предпринимаются также попытки создания грамматики последовательности поведенческих актов и описание поведения как речи [...], а также попытки применить для описания поведения опыт, накопленный при описании балетных па [...]. Очевидно, что все эти описания поведения даются с точки зрения наблюдателя, вооруженного той или иной концепцией.

Мы попытались разработать метод описания поведения на основе современных представлений об эволюционно-биологическом характере поведения. Этот метод свободен от конкретной концептуальной предвзятости, хотя и не свободен от предвзятости вообще.

Поведение в самом общем биологическом плане можно определить как реализацию организмом генетической программы динамических соотношений организма со средой, а в более узком плане, особенно при изучении поведения на коротких временных интервалах, как активное изменение этих соотношений

для удовлетворения обусловленных генетической программой и индивидуальным опытом потребностей в тех или иных факторах среды. Двигательная активность при этом появляется только в том случае, когда текущие и нужные соотношения со средой не совпадают, что может иметь место как при изменении потребностей в факторах среды, так и при изменении самой среды.

Из этого определения следует, что для внешнего описания поведения на любом временном отрезке необходимо использовать триаду терминов, обозначающих потребность (цель), движение и среду. В движении изменяется соотношение животного с объектами среды: приближаясь к одним, оно одновременно удаляется от других, поэтому внешнее описание поведения может быть дано как последовательность движений, приводящих животное от контакта с одним объектом среды к контакту с другим. Будущий контакт (цель) в процессе движения постепенно становится текущим (результатом) и средой для следующего движения. Этот метод описания мы использовали при сопоставлении протокола поведения кроликов в экспериментальной клетке, которая содержала две педали и две кормушки, расположенные по углам. Кроликов сначала учили получать порции пищи в левой кормушке, которая подавалась через неравные временные интервалы. На этом этапе кролик по звуку кормушки подходил и захватывал пищу. Затем кормушка подавалась только в том случае, когда кролик находился в углу левой педали. И на последнем этапе кролик обучался нажимать на педаль, которая автоматически подавала кормушку с пищей. Обучение занимало 2—3 дня, затем в той же последовательности кроликов обучали поведению на правой стороне клетки, что занимало еще 2—3 дня. В основных экспериментах, где регистрировали нейрональную активность, эффективной для подачи кормушки делали то одну педаль 10—20 раз подряд, то другую, и кролик соответственно «пасся» то на одной, то на другой стороне клетки. Дефинитивное поведение записывалось на видеомэгнитофон вместе с записью активности нейрона. Анализ поведения проводился при многократных воспроизведениях записи на экране телевизора. Отдельный акт регистрировался в протоколе как триада — например, пространственный контакт с левой педалью (среда или прошлый результат), поворот головы направо (движение), визуаль-

ный контакт с кормушкой (цель). На этом примере легко показать, что исключение любой составляющей триады делает описание акта неопределенным, так как, например, то же движение и в той же среде могло иметь целью тактильный контакт морды с боком (комфортное поведение), а одна и та же цель, например, визуальный контакт с левой педалью, может достигаться из разных мест клетки различными движениями (поворотом головы налево или направо).

Все наблюдаемое поведение описывалось как последовательность таких триад. Выученное поведение в идеальном случае на каждой стороне выглядело как линейная последовательность актов, которые мы описывали только по движениям — поворот головы, подход к педали, подъем лапы, нажатие, поворот и подход к кормушке, наклон, захват пищи. Обычно же эта последовательность часто прерывалась повторными актами, ошибками, копрофагией, комфортным поведением и т.д. При анализе протоколов обучения выяснилось, что кролики обучаются значительно большему числу актов, чем запланировано экспериментатором. Они научаются контактировать с экспериментатором, переходить от одной педали к другой или от одной кормушки к другой, обследуют и метят с помощью подбородочных желез клетку.

Триадное описание поведения вполне однозначно соответствует последовательности событий, происходящих, с точки зрения наблюдателя, в экспериментальной клетке, и является, вероятно, тем обыденным и кажущимся вполне объективным описанием поведения, из которого исходят все концептуальные построения.

В самом деле, с привлечением учения о локализации функций и учения о высшей нервной деятельности, последовательность наблюдаемых событий может рассматриваться как цепь рефлексов, причем цель в описании отдельного акта протокола оказывается излишней и должна рассматриваться лишь как будущее подкрепление двигательной реакции, вызванной предшествующим результатом как стимулом [...]. Для объяснения отвлечения и ошибок необходимо искать соответствующие «лишние» стимулы.

С привлечением психологических представлений о психических процессах и функциях отдельный акт можно трактовать как восприятие среды и действие при наличии «опредмеченного мо-

тива». Частота отвлечений и ошибок на том или ином отрезке протокола может трактоваться как функция «внимания» или «мышления», а повторное нажатие на педаль будет выглядеть как показатель состояния «сомнения в эффективности предыдущего действия», получение пищи в кормушке будет связано с положительной эмоцией, а неполучение — с отрицательной и т.д. При использовании кибернетических терминов восприятие придется заменить на «кодирование информации», «действие» — на моторную программу, а между ними поместить обработку информации, включающую различные процессы, нарушение в которых можно связать с ошибками в поведении.

При иерархическом подходе можно выделить «все поведение», «поведение на одной стороне», «одинокый цикл», «один акт» и т.д., а причину ошибок и отвлечений видеть в неправильной организации субсистем в системе или операций в действии.

Произвольность всех этих трактовок кажется нам очевидной.

С позиций теории функциональной системы организм принципиально отличается от любого механизма именно тем, что сам имеет внутренний план поведения. Поэтому наряду с описанием поведения «на языке экспериментатора» существует описание этого поведения «на языке кролика», и эти два описания не могут совпадать полностью. Проблема нейрональных основ поведения поэтому состоит не в выяснении механизмов тех событий, которые выделяет и описывает экспериментатор, таких как подъем лапы, а в установлении нейронального обеспечения тех событий, которые имеют место в это время «с точки зрения» кролика.

Концептуальные представления о процессах, которые имеют место в поведении, вытекают из различных трактовок протокола поведения, которые принимаются за «объективный репортаж» о поведении. Однако этот репортаж при попытках определить используемые в нем термины оказывается весьма субъективным, так как описание поведения кролика дается на человеческом языке, созданном потребностями человеческой практики и для целей этой практики, и все термины оказываются весьма условными. В действительности любое движение из тех, которые фигурируют в протоколе, например, подъем лапы, осуществляется как организация активности всего тела, а не только лапы, при-67

чем» с одной стороны, это «одно и то же» движение каждый раз осуществляется в деталях по-разному, а с другой — подъем лапы как физическое событие входит в любые перемещения кролика по клетке. «Среда» и «цель» в протоколе также обозначают в действительности текущие и будущие контакты кролика в соответствующем месте клетки не только с выделенными экспериментатором объектами, но со всей средой и во всех «сенсорных модальностях», причем, например, «визуальный контакт с кормушкой» не предполагает каждый раз одной и той же проекции кормушки на сетчатку или желания кроликом такой проекции. Более того, даже в течение «одного и того же» акта детали соотношения организма со средой постоянно изменяются, и в континууме поведения вообще нет двух полностью одинаковых миллисекунд.

Даже выделение самих «аспектов» поведения, т.е. среды, цели и движений оказывается субъективным, так как эти понятия являются абстракциями, выработанными в развитии человеческой культуры. Считать, что кролик отделяет «среду» от «движений», значит, онтологизировать абстракции. В действительности, на любом отрезке поведенческого континуума имеет место единый процесс и изменения соотношений организма со средой, а аспекты рассмотрения этого процесса¹ выделяются лишь экспериментатором в силу необходимости дать различное описание различным, с точки зрения экспериментатора, отрезкам поведения.

Из всего вышесказанного ясно, что при внешнем наблюдении поведения описание его может быть дано только на субъективном «языке экспериментатора», и при непосредственном сопоставлении протокола поведения с активностью нейронов можно получить «проекцию» на нейрональную активность описания этого поведения не «на языке кролика», а лишь «на языке экспериментатора». Задача же состоит именно в том, чтобы выяснить, из чего состоит поведение «с точки зрения кролика» и установить правила соответствия внутреннего и внешнего описаний динамики соотношения кролика со средой, а для этого прежде всего нужно выяснить, что и по какому критерию кролик «считает» в поведении одним и тем же, причем отличным от всего остального. Такая возможность открывается при рассмотрении поведения с позиций теории функциональных систем.

С этих позиций, животное преследует в поведении собственные цели. Очевидно, что целенаправленным поведением может быть поведение, повлеченное из памяти организма (врожденное или приобретенное), так как сведения, в какой среде и какая именно активность приведет к той или иной цели, и даже о том, какие именно цели необходимо достигать, могут быть «добыты» только в прошлом опыте, накопленном в процессе эволюционного развития и индивидуального обучения. Эта память и является «психикой», т.е. тем субъективным, пристрастным, диктуемым генетической программой отражением объективных соотношений организма и среды, которое зафиксировано в прошлом опыте как история проб, ошибок и удач. Поведение, таким образом, представляет собой единую психофизиологическую реальность динамики соотношений определенного целостного организма, имеющего видовую и индивидуальную историю, со средой, имеющей определенные объективные закономерности. Для того, чтобы представить себе, что может служить единицей или элементом этого субъективного опыта, необходимо рассмотреть вопрос о том, что может фиксироваться в одиночной успешной пробе. Уже в самом начале биологической эволюции естественный отбор имеет дело именно с соотношениями организма со средой, так как именно они оказываются адаптивными или разрушительными. В любом конкретном исследовании мы застаем современные организмы на определенной фазе эволюционного развития, когда их строение отражает всю историю их выживания. Поскольку в процессе эволюции отбирались и фиксировались только адаптивные формы соотношений организмов со средой, то врожденная память может состоять только из отобранных в филогенезе поведенческих актов. Индивидуально приобретенные поведенческие акты надстраиваются над врожденными в соответствии с тем же эволюционным принципом выживания. Поскольку индивидуальный субъективный опыт является продуктом естественного отбора, действующего на протяжении индивидуальной жизни животного, то фиксироваться в этом опыте также могут только такие пробные изменения соотношений со средой, которые дают организму селективные преимущества, или, в терминах теории функциональных систем, «полезный приспособительный эффект», который состоит в пе-

реводе неприемлемых или неопределенных соотношений организма со средой в нужное в данный момент соотношение. Следовательно, память может состоять только из функциональных систем целостных поведенческих актов, и ни «среда», ни «движение», ни «цель», ни «внимание» и т.д. фиксироваться и существовать в памяти не могут,

В отличие от произвольного и субъективного для наблюдателя критерия общей характеристики или аспектов рассмотрения многих отрезков поведения, по которым при аналитическом подходе выделяются функции, критерий полезного результата для выделения поведенческих актов является субъективным лишь для кролика, для наблюдателя же он оказывается эволюционным, и поэтому объективным.

По определению П.К. Анохина «под функциональной системой мы понимаем такое сочетание процессов и механизмов, которое, формируясь динамически в зависимости от данной ситуации, непременно приводит к конечному приспособительному эффекту, полезному для организма как раз именно в этой ситуации» [1962, с. 77]. Динамичность состава элементов объясняется тем, что «нужные соотношения» являются не точным перечислением элементов этих соотношений, а лишь конкретизацией какой-либо потребности и генетической программы в целом. Поэтому в качестве результата могут выступать, как мы видели, самые разнообразные конкретные соотношения элементов среды и организма, лишь бы они были достаточным условием удовлетворения потребностей, и активность конкретных элементов организма может быть разнообразной, лишь бы она в совокупности обеспечивала достижение цели.

Поскольку мозг и организм в любой момент существуют как целое, то поведенческий акт — это изменение предыдущего целостного состояния путем активации части прежде пассивных элементов и торможения части прежде активных. Эти части и добавки к предыдущему целостному состоянию и формируются в пробах и ошибках как функциональные системы, обогащая жизненный опыт и делая тем самым соотношения организма со средой все более подробными.

Память, или жизненный опыт, в целом можно представить как совокупность всех функциональных систем, добавленных в эволюции и в индивидуальной исто-

рии к основной системе, которую можно обозначить как существование и размножение. Пробный акт, осуществляемый в условиях неопределенности соотношений со средой, оказывается удачным, если его результатом будет уже знакомое, т.е. уже имеющееся в памяти, соотношение организма со средой. Следовательно, непосредственным, «внутренним» системообразующим фактором, фиксирующим формирующуюся систему и устраняющим неопределенность, является уже имеющийся жизненный опыт (генетический и приобретенный). Отсюда структура приобретенного в экспериментальной ситуации жизненного опыта может быть представлена как врожденная основа, обогащенная различными приобретенными системами, которые добавляются друг к другу, отражают историю обучения и составляют «напластования», а не иерархию. Любое наблюдаемое «линейное» поведение реализуется при извлечении сформированных в филогенезе систем из памяти; следовательно, адекватным описанием континуума поведения на «языке кролика» может быть описание его в терминах реализуемых функциональных систем, составляющих структуру памяти.

Функциональные системы, в принятом нами определении, формируются и реализуются как «добавки» к предшествующему опыту, образованному другими такими же добавками. Внешне наблюдаемое поведение является, следовательно, реализацией не какой-либо одной из этих систем, а одновременно многих систем разного возраста. Для обозначения всех систем, реализуемых на каком-либо отрезке поведения, мы считаем целесообразным ввести термин «состояние субъекта поведения», понимая под субъектом поведения всю совокупность функциональных систем, из которых состоит видовая и индивидуально приобретенная память данного животного.

из всего сказанного следует, что нейрональную активность необходимо сопоставлять с историей филогенетического формирования его видового поведения, а также с историей обучения животного в экспериментальной клетке, а не только с дефинитивным поведением, во время которого регистрируется импульсная активность.

ОПИСАНИЕ НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Обычно та или иная специализация нейронов выявляется при сопоставлении с поведением или с предполагаемой функцией частоты разрядов нейронов, но вообще в нейрональной активности могут рассматриваться как информативные показатели и паттерн, и форма постстимульных и интервальных гистограмм и т.д. [Берне, Уэбб 1977]; при этом «специализация», например, зрительных нейронов, во многих случаях означает, что нейрон дает максимальную активацию на «предпочитаемую» ориентацию стимулирующей полоски или предпочитаемое направление движения стимула. В то же время Е.Р. Джон [1981] считает, что нейрон может давать даже большую активацию при комбинации двух менее предпочитаемых свойств стимула, чем при одном предпочитаемом. Кроме того, всегда остается возможность существования еще более предпочитаемого стимула, поскольку, как отмечают Б.Д. Берне и Э.К. Уэбб, «к сожалению, было обнаружено, что отдельные зрительные нейроны имеют предрасположенность к столь многим различным формам стимуляции, что функциональные классы, важность которых постулируется, скоро могут сравняться в своем числе с количеством возможных путей активации сетчатки» [1977, с. 122].

То же относится и к установлению специализации нейронов в поведении: максимальная активация нейрона в каком-либо акте не исключает ни возможности наличия его спайков в Других актах, ни еще большей активации данного нейрона в каком-либо акте, который не был исследован в эксперименте.

Для решения вопроса о происхождении спайковой активности у нейрона необходимо рассмотреть современные данные о деятельности нейрона. По современным биологическим представлениям, нейрон не является, конечно, ни сумматором, ни кодирующим элементом, ни генератором команд; любой нейрон — это прежде всего клетка, и как любая клетка, содержит генетическую программу. Необходимость подчинения метаболизма нейрона генетической программе заставляет отвергнуть распространенное представление, вытекавшее из картезианской парадигмы, о том, что нейрон «реагирует» на синаптический при-

ток. В развитие идей П.К.Анохина об интегративной деятельности нейрона [Анохин 1975] и на основании обязательности для всех клеток «аксиом биологии» [Медников 1982], а также прямых данных о зависимости активности нервных клеток от активности их генома [Шеллер, Аксель 1984], мы отказались от представления об активности нейрона как реакции на синаптический приток и сформулировали общебиологическое представление о природе этой активности [Швырков 1985, 1986]. Основные положения этих представлений состоят в следующем. Как и любая живая клетка, нервная клетка в своем метаболизме реализует генетическую программу жизненного цикла, поэтому нуждается в определенных метаболитах, поступающих из крови, таких как глюкоза и гормоны, или от других клеток, таких как медиаторы, модуляторы, пептиды и т.д. С одной стороны, все нейроны генетически идентичны в том смысле, что имеют происхождение из одной зиготы. С другой стороны, у разных нейронов оказываются заблокированными и активированными различные части генома, что, во-первых, обуславливает их дифференциацию и специфичность, а во-вторых, позволяет считать, что совокупность их геномов составляет «комплементарный общий геном» мозга и организма в целом. Это означает, с одной стороны, что генетические программы различных нейронов согласованы и представляют собой единое целое, а с другой — что каждая клетка реализует в своем метаболизме только часть генетической информации общего генома и, следовательно, участвует в удовлетворении только части потребностей генетической программы организма в целом. Потребности организма, таким образом, «составлены» из потребностей геномов его клеток. В примитивных нервных системах разнообразие нейронов и метаболитов, служащих предметами обмена между ними, ограничено [Шеллер, Аксель 1984]. В развитых нервных системах млекопитающих разнообразие клеток огромно [Hahn a.oth. 1982], а число известных метаболитов-пептидов, служащих предметами обмена, постоянно увеличивается и уже превышает 200 [Nemeroff 1986]. Наличие генетической программы у нейронов позволяет применить к описанию активности нейрона такой же целевой подход, как и в описании поведения целостного организма. Анало-

том внешней среды для нейрона можно считать синаптический приток, который является специфическим для каждого нейрона отражением соотношений со средой организма в целом. Специфические потребности геномов различных нейронов в определенных метаболитах и, следовательно, в определенных динамических составах синаптического притока, связанные, возможно, с динамикой синтеза соответствующих внутриклеточных ферментов и рецепторов мембраны [...] обуславливают в совокупности потребности организма в тех или иных факторах среды.

Связи между элементами мозга формируются в соответствии с генетическими программами [Иверсен 1982, Коуэн 1982] и отражают, по-видимому, взаимные потребности нейронов в продуктах метаболизма друг друга. Неполучение соответствующих метаболитов ведет к гибели нейрона. В процессе онтогенеза у человека в разных структурах мозга гибнут от 15 до 90% клеток [Коуэн 1982], видимо, именно потому, что не получают нужных им метаболитов.

Импульсная активность нервных клеток, как и химическая сигнализация у некоторых свободно живущих простейших [Альберте и др. 1986], возникает при несоответствии потребностей определяемого генетической программой метаболизма клетки и реально поступающих метаболитов из крови и от других клеток. Это может наблюдаться как при генетически обусловленном изменении метаболизма данной клетки, так и при изменении притока метаболитов, поступающих от других клеток. Через влияние на другие нервные и не нервные клетки нейрон может изменить телесные процессы и соотношения всего тела со средой, т.е. вызвать определенное внешнее поведение. Это отразится на изменении синаптического притока и получении необходимых метаболитов и (или) прекращении поступления «раздражающих» веществ. Для врожденных частей таких видов поведения как сексуальное [Oomura a.oth. 1983, Pfaff 1986] и пищедобывательное [Oomura 1986] в настоящее время в общих чертах уже известны молекулярные структуры соответствующих генов и конкретные нейроны, в которых эти гены экспрессируются, и продукты этой экспрессии, и клетки-мишени для этих продуктов в определенных структурах мозга, и формы поведения, детерминированные активностью этих клеток.

Таким образом, процессы соотношения генетической программы нейрона, синаптического притока и генерации спайков образуют функциональную систему, изоморфную функциональной системе поведенческого акта [...]. В этом пункте, однако, аналогия между всем организмом и нейроном заканчивается, так как, во-первых, в отличие от многочисленных форм интегральной активности организма нейрон может только давать или не давать спайки; во-вторых, активность нейрона всегда имеет место во взаимодействии с активностью других нейронов; и в-третьих, селективная ценность активности нейрона может быть установлена только на уровне соотношения всего организма со средой, что исключает возможность фиксации «индивидуального» приспособительного эффекта отдельного нейрона.

К индивидуальному обучению не способны, вероятно, не только нейроны, но даже свободно живущие простейшие [...], что связывают еще с высоким темпом деления у этих организмов. Как принято считать, нейроны взрослого мозга окончательно дифференцированы и не делятся; вероятно, именно поэтому прогрессивная эволюция пошла по пути увеличения количества нейронов, что давало селективно ценную возможность установления все более дифференцированных соотношений со средой за счет уже имеющихся клеточных специализаций. Тот факт, что в импульсном выражении на выходе нейрона имеются только два состояния (наличие или отсутствие спайков), означает, что все многообразие соотношений генетической программы нейрона и синаптического притока в конечном итоге классифицируется только на две группы: «одно и то же» состояние, когда имеется рассогласование и нужно давать спайк, и отличное от него, также «одно и то же» состояние, когда имеется согласование и спайк давать не нужно. Из этого следует, что все многообразие соотношений организма со средой делится нейроном на две части по критерию удовлетворения эго «индивидуальных потребностей». Таким образом, метаболическая специализация нейрона первична по отношению к его поведенческой специализации. Вместе с тем, невозможность индивидуальной пробы и индивидуального приспособительного эффекта означает невозможность обучения индивидуального нейрона. Будучи генетически специализированными относительно потребностей

в определенном синаптическом притоке, т.е. в определенных состояниях связанных с ними элементов, нейроны тем самым оказываются как бы генетически специализированными и относительно определенных поведенческих актов. Это означает, что поведенческая специализация нейронов генетически предопределена, и в памяти организма могут быть зафиксированы только такие акты, которые допускаются исходным генетическим разнообразием специализаций его нейронов.

Поскольку, как мы установили в прошлой главе, соотношения организма со средой фиксируются как удачные поведенческие акты, очевидно, что нейрон может быть специализирован только относительно поведенческих актов, а не относительно каких-либо функций или аспектов.

Поскольку поведенческая специализация нейронов генетически предопределена и является в действительности его метаболической специализацией, а основное положение современной эволюционной теории состоит в том, что направленное изменение генетической программы клетки невозможно, то это означает, что нейрон специализирован постоянно и не может изменять свою специализацию.

Некоторые нейроны активируются исключительно при осуществлении определенного поведенческого акта и совершенно молчат все остальное время. Постоянное молчание нейрона означает, что все вариации синаптического притока, возникающие при реализации уже имеющихся поведенческих актов, оказываются удовлетворяющими потребностям его генома.

Постоянная же активация нейрона означала бы постоянное неудовлетворение потребностей его генома, что, вероятно, не совместимо с жизнью клетки. Возможно, что такие постоянно неудовлетворенные нейроны отмирают или сокращают количество связей, чем и можно объяснить гибель значительного процента нейронов и исчезновение отростков уже в пренатальном онтогенезе [...]. Таким образом, любой спайк нейрона означает рассогласование его программы и синаптического притока. В то же время этот спайк означает извлечение из памяти определенной конкретной системы поведенческого акта. Чем больше рассогласование на данном нейроне и чем выше частота его разрядов, тем, следовательно, в большей степени соответствующая система извлечена из памяти.

Очевидно, что если какой-либо повторяющийся и, следовательно, извлекаемый из памяти отрезок поведенческого континуума образовался с помощью добавки к предшествующему опыту такой системы, которая обеспечивалась и активацией регистрируемого нейрона, то эта активация должна наблюдаться при всех без исключения реализациях данного акта.

Из этого рассмотрения следует, что специализированным относительно какого-либо акта поведения можно считать нейрон, который активируется при всех без исключения случаях реализации этого акта во внешнем поведении. В то же время импульсная активность этого нейрона может наблюдаться и на других отрезках поведенческого континуума, что также означает извлечение из памяти той системы поведенческого акта, относительно которой специализирован данный нейрон, однако во внешнем поведении эта система не проявляется. При этом степень активации нейрона не имеет большого значения для установления его специализации, т.к. относительно одного и того же акта разные нейроны могут быть специализированы в различной степени, что определяется различием рассогласований синаптического притока и генетической программы разных нейронов в одной и той же поведенческой ситуации. Непостоянные активации в каком-либо поведенческом акте не являются достаточными для признания данного нейрона специализированным относительно данного акта. Все статистические характеристики импульсной активности нейрона: формы постстимульных и предрезультатных гистограмм и межимпульсных гистограмм отражают различные статистические характеристики активации нейрона и, следовательно, соответствующей системы.

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ОПЫТА

Зная, что память состоит из систем поведенческих актов и что нейроны поведенчески- или системоспецифичны, мы теперь можем попытаться объяснить феноменологию нейрональной активности в поведении с системных позиций.

77

Регистрация активности нейронов в поведенческих экспериментах обычно начинается тогда, когда исследуемое поведение полностью сформировано и осуществляется как линейная последовательность дискретных поведенческих актов, заранее запланированная экспериментатором. Вся история обучения и все драмы проб, ошибок и удач самого животного оказываются скрыты и обычно не учитываются.

При сопоставлении только с дефинитивным поведением связь активаций конкретного нейрона с системой какого-либо «иерархического» уровня или с каким-либо аспектом поведения может быть выявлена в действительности только как связь со многими разными поведенческими актами; обобщение этих актов по одной системе какого-либо уровня или по одному аспекту, как мы видели, — это работа экспериментатора. Анализ процедуры установления функциональной, или аспектной, или уровневой специализации нейронов показывает, что выделение «нейронов движения», например, определяется в условиях наших экспериментов лишь принятым способом описания поведения, уже включающим «движение». Т.к. любое движение всегда осуществляется в какой-либо среде и для какой-либо цели, а любая цель достигается тем или иным движением и т.д., то любая «общая» характеристика нескольких отрезков поведенческого континуума есть в действительности общая триада или общая часть соотношения организма со средой. В самом деле, поскольку нейроны демонстрируют выраженную «иерархию дробности» среды, движений и целей, с которыми связаны их активации, то к любому движению всегда можно найти такие параметры среды, например, направление ускорения, и цели, например, определенная поза, которые просто не фигурируют в протоколе, но могут образовать триаду. То же справедливо относительно целей: контакт с кормушкой, при достижении которого наблюдается активация, всегда можно дополнить диадой, движение направо или налево и «в экспериментальной клетке в целом».

В этом, как уже говорилось, и состояла ошибка в трактовке данных наших прежних экспериментов. Даже не навязывая нейрону каких-либо функций, мы сопоставляли их активность только с дефинитивно наблюдаемым поведением и выявляли в действительности связь этих активаций с несколькими актами про-

токола, которые затем обобщали по тому или иному аспекту или по тому или иному уровню. При сопоставлении активаций нейронов с историей обучения кролика, а не только с дефинитивным поведением, мы, с одной стороны, расширяем репертуар поведенческих актов, с которыми сопоставляются эти активации, а с другой - избегаем «диктата» протокола.

Процедура обучения состояла в том, что сначала кролик обследовал клетку и находил кусок моркови в левой кормушке. Затем он отходил от нее и продолжал обследовать клетку и снова обнаруживал пищу в левой кормушке. Это приводило к тому, что на данной стадии обучения кролик приучался находиться в углу левой кормушки. Однако, экспериментатор начинал подавать кормушку, как только кролик отходил от нее. Это приводило к тому, что кролик обучался отходить от кормушки и подходить к ней. На этом этапе обучения формирующиеся акты могут быть записаны следующим образом: «пространственный контакт» с пищей -> захват -> контакт пищи с зубами и «пространственный контакт» с левой кормушкой -> наклон -> «пространственный контакт» с пищей.

Постепенно кролик начинает все меньше время жевать пищу над кормушкой; получив пищу, отходит от кормушки, а по звуку поворачивающейся кормушки сразу направляется к ней. Отходы и подходы к кормушке осуществляются как направо, так и налево. На этом этапе формируются акты: «пища в зубах -> любой отход -> слуховой контакт с кормушкой», «слуховой контакт с кормушкой -> поворот любой -> зрительный контакт с кормушкой» к «зрительный контакт с кормушкой -> любой подход -> пространственный контакт с левой кормушкой».

Затем экспериментатор начинает подавать кормушку только в том случае, когда кролик оказывается в углу левой педали. Это ведет к тому, что постепенно от кормушки кролик начинает поворачивать и вращать только направо к углу педали; подходит в угол и ждет звука кормушки, после чего поворачивается налево и идет к кормушке. Эти акты записываются в протоколе как: «пища в зубах -> поворот головы направо -> визуальный контакт с углом левой педали», «визуальный контакт с углом левой педали -> движение направо -> пространственный контакт с углом левой педали», «пространственный контакт с углом левой педали -> ожидание -> слу-79

ховой контакт с кормушкой», «слуховой контакт с кормушкой -> поворот налево ->• визуальный контакт с кормушкой». Кроме этих «правильных» актов, на этом этапе формируются и другие — подходы к педальному углу из разных мест клетки, подходы к кормушке при движении не налево, а направо, и т.п.

На последнем этапе обучения на одной стороне клетки экспериментатор не подкрепляет подачей кормушки пребывание кролика в углу педали. Ориентировочное поведение, которое развивается в этом углу, включает разные обследовательные движения, обнюхивание педали и т.д., но в том числе и «столбики» (подъем на задние лапы), из которых кролик иногда опускается передними лапами на педаль, которая автоматически подает кормушку. Постепенно кролик перестает вставать в «столбик» и просто нажимает на педаль, причем как левой, так и правой, и обеими лапами. Формируются акты: «пространственный контакт с педалью -> подъем лапы -> тактильный контакт с педалью» и «тактильный контакт -> нажатие -> слуховой контакт с кормушкой».

Интересно сопоставить акты, имеющие место в истории обучения кролика с актами протокола дефинитивного поведения, которое в идеальном случае имеет запись: «пища в зубах -> поворот головы направо -> визуальный контакт с педалью -> движение направо -> пространственный контакт с педалью -> подъем лапы -> тактильный контакт с педалью -> нажатие -> слуховой контакт с кормушкой -> поворот налево - визуальный контакт с кормушкой -> подход налево -> пространственный контакт с кормушкой -> наклон -> пространственный контакт с пищей -> захват -> пища в зубах». Сопоставление этого дефинитивного поведения с историей обучения кролика показывает, что внешнее «линейное» последовательное поведение в действительности образовано поведенческими актами, приобретенными на разных этапах обучения.

Те же акты формируются и на правой стороне клетки; при этом во всех случаях неудач кролик обследует левую кормушку (пустую) и пытается нажимать на левую (неэффективную) педаль. На этом этапе часты «жалобы» экспериментатору — высовывание морды из клетки и сниффинг в сторону экспериментатора.

Переходам от одной кормушки к другой, от одной педали к другой, и от левой педали к правой кормушке и наоборот кролик также дополнительно обучается.

Сопоставление типов специализаций нейронов, выявляемых в дефинитивном поведении, с историей обучения кролика показывает, что нейроны, активирующиеся в нескольких последовательных актах, расположенных подряд, соответствуют прасистемам поведенческих актов, образовавшихся на разных этапах обучения. В частности, нейроны, активные, например, при «наклоне, захвате, жевании и повороте головы к педали» отражают, вероятно, такой этап в обучении, когда пребывание у кормушки подкреплялось подачей пищи и существовало как система «последнего уровня», т.е. сформированная на самом последнем этапе индивидуального развития. Нейроны, активные при подходе к педали, подъеме лапы и нажатии, соответствуют, вероятно, прасистеме пребывания в углу педали, также бывшей на определенном этапе обучения отдельным поведенческим актом. Существуют, однако, некоторые нейроны, также активные в нескольких последовательных актах, но не допускающие объяснения их специализаций наличием прасистем, соответствующих последовательности процедур обучения. Например, нейроны, активные от момента поворота головы к педали и до звука подаваемой кормушки, или нейроны, активные в течение всего пищедобывательного поведения на одной стороне экспериментальной клетки и молчащие на другой. По-видимому, такие нейроны отражают образование систем, возникающих в процессе усовершенствования поведения и «смены стратегий» и как бы объединяющих несколько актов, что, естественно, требует дополнительного обучения. В пользу этого предположения говорят и косвенные данные о перестройке системных процессов последовательного поведения при его усовершенствовании и сокращении времени достижения результатов [Пашина, Швырков 1978].

Таким образом, специализация нейронов относительно нескольких последовательных актов, отражает как процесс дифференциации прасистем с усложнением и увеличением подробностей соотношений организма со средой, так и последующую интеграцию элементов памяти и создание из них новых интегрированных систем.

Все клетки, которые при процессуальном, функциональном или аспектном анализе выглядят как связанные с тем или иным аспектом описания поведения (среда, движение, цель), при сис-

темном анализе оказываются обычными нейронами прасистем, к которым, однако, добавлялись различные системы дефинитивного поведения. Например, поворот головы к кормушке на определенном этапе обучения представляет собой один и тот же поведенческий акт с результатом «визуальный контакт с кормушкой» вне зависимости от места, где он осуществляется и способа осуществления (налево или направо). Дальнейшее обучение приводит к дифференцировке этой прасистемы с помощью соответствующих добавок и появлению систем дефинитивного поведения, в которых поворот налево к кормушке осуществляется только в одном месте клетки, а направо — только в другом. Наличие нейронов, обеспечивающих эти более конкретные системы, создает впечатление связи нейрона, обеспечивавшего общую для них прасистему, только с их целью. «Нейроны места» также представляют прасистемы. Например, «нейрон угла левой педали» свидетельствует о существовании в структуре памяти соответствующей системы, т.к. в свое время пребывание в углу педали вело к подаче кормушки. Дифференциация этой прасистемы с помощью соответствующих добавок, имеющая следствием появление систем дефинитивного поведения (таких как подъем лапы и нажатие педали) и наличие соответствующих нейронов создают впечатление связи прасистемного нейрона только с местом, где реализуются все акты, добавившиеся к его прасистеме.

Значительную группу составляют нейроны, специализация которых прямо соответствует каждому этапу обучения. Так, существуют нейроны, связанные только с захватом пищи, только с наклоном головы в одну кормушку, с подходом, наклоном и захватом пищи, с подходом, нажатием на педаль, и, наконец, с одним актом нажатия на одну определенную педаль.

Специализация части нейронов относительно систем врожденных актов, таких как открывание рта или вдох, и части — относительно актов дефинитивного поведения и прасистем актов, сформировавшихся на последних этапах обучения кролика в экспериментальной клетке, позволяют предполагать, что все нейроны являются системоспецифичными, причем специфичными относительно систем поведенческих актов различного фило- и онтогенетического возраста. В самом деле, в эволюционное вре-

мя появления челюстного аппарата открывание рта должно было осуществляться как целостный поведенческий акт, подобно тому, как у современных улиток вдох представляет собой целостное респираторное поведение, находящееся в реципрокных отношениях с оборонительным и пищедобывательным поведением [...], также как пищедобывательное поведение находится в реципрокных отношениях с сексуальным [...].

Локомоция является таким же эволюционным приобретением как и дыхание и, например, уже упоминавшиеся нейроны, активные при поворотах направо, могут быть интерпретированы как специализированные относительно системы древнего поведенческого акта, т.е. целостного изменения соотношений организма со средой (например, с вертикально растущими придонными растениями), а не как специализированные относительно моторной или сенсорной функции.

Иллюзия связи активности нейрона с какой-либо функцией возникает тогда, когда во всех актах, где нейрон дает активации, экспериментатор усматривает нечто общее, что и может получить затем ту или иную функциональную интерпретацию.

Важно подчеркнуть, что поведенчески специализированные нейроны активируются при всех вариантах осуществления данного акта. Поскольку внешние объективные соотношения животного со средой, например, при нажатии на левую педаль, могут быть каждый раз разными, так как эти нажатия осуществляются животным из разных поз, левой или правой или обеими лапами и т.д., то одним и тем же этот акт является только в субъективном мире животного, так как отражает этап его индивидуального обучения. При этом «то же самое» с точки зрения экспериментатора нажатие на правую педаль может не сопровождаться спайками нейрона, активирующегося при нажатии на левую педаль. Из этого следует, что поведенчески специализированные нейроны специализированы именно относительно конкретного элемента субъективного опыта.

Специализация нейронов относительно актов, а не функций или процессов или аспектов объясняется тем, что и в фито- и в онтогенезе в процессах проб и ошибок формируются и подвергаются естественному отбору не функции или процессы, а соотношения организма со средой.

В проблемной ситуации, создаваемой экспериментатором на разных этапах обучения, осуществляются самые разнообразные пробные акты. При этом акты, дающие нужный результат, т.е. решающие проблему, оказываются для животного «одним и тем же» адаптивным актом, а все ошибочные — также «одним и тем же», но неудачным, и это — единственный способ для животного дифференцировать свои отношения со средой, в то время как сенсорные, моторные и т.п. процессы, функции и аспекты являются лишь действительно различными аспектами рассмотрения единого процесса поведения экспериментатором.

Специализация нейронов относительно элементов субъективного опыта означает, что в активности мозга отражается не внешний мир, а соотношения конкретного организма с внешним миром, и отражение конкретного соотношения осуществляется активацией соответствующей системы нейронов. Поэтому описание деятельности мозга в терминах активности нервных элементов, специализированных относительно элементов субъективного опыта, есть одновременно и описание состояния субъективного мира. Следовательно изучение активности нейронов становится объективным методом изучения субъективного отражения объективных соотношений организма со средой.

Наконец, нейроны, активность которых кажется связанной с вниманием, уверенностью, сомнением и т.п., необходимо разделить на клетки, которые дают активации только в правильных актах ШИИ после правильных актов, т.е. при уверенности и т.п., и клетки, активные, напротив, только в ошибочных актах или после ошибочных актов, т.е. при сомнении и т.п.

Нейроны первой группы постоянно связаны с осуществлением того или иного акта в правильном поведении и, следовательно, обеспечивают соответствующую систему. Внешне «тот же самый» акт оказывается неэффективным, (например, слабое нажатие на педаль и отсутствие подачи кормушки), вероятно, именно в силу того, что соответствующая система недостаточно извлечена из памяти, свидетельством чего и является отсутствие активаций у «нейрона правильных актов» при ошибках. Отсутствие результата или одной из его параметров (звука кормушки) приводит к неполной реализации последующего акта и выпадению из него соответствующей системы, о чем, вероятно, и сви-

детельствует отсутствие в этом случае активаций у «нейрона уверенности». Нейроны второй группы, не будучи связанными постоянно с какими-либо актами, не обеспечивают и какой-либо добавки в истории формирования поведения в экспериментальной клетке, а некоторые — и в жизненном опыте вообще. Часть из них, активирующаяся только в поисковом поведении и при обследовании новых объектов, является, вероятно, «запасом» для осуществления в этих ситуациях неудачных, и, следовательно, нефиксируемых проб. Другие нейроны, активирующиеся при ошибках и после ошибок, представляют, вероятно, системы из состава «постороннего» жизненного опыта, ошибочное включение которых в целостное состояние субъекта поведения связано с исключением из него правильных систем, что и приводит к реализации дефектных актов. Таким образом, нейроны, активные в некотором акте только при определенных условиях, отражают состояние всего субъекта поведения в этом акте и наличие или отсутствие в составе этого состояния лишних систем.

Итак, мы получили подтверждение сделанным нами выводам: нейроны специализированы относительно элементов субъективного опыта; этот субъективный опыт состоит исключительно из функциональных систем поведенческих актов различного фило-и онтогенетического возраста; реализация внешне одного акта поведения в действительности есть реализация огромного числа систем разного возраста одновременно.

СИСТЕМНО-СЕЛЕКЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ОБУЧЕНИЯ

Из факта поведенческой специализации нейронов следует, что на клеточном уровне обучение — формирование, новой функциональной системы поведенческого акта — проявляется как специализация новой системы нейронов. Теоретически существуют три возможных источника появления таких вновь специализированных клеток:

1) Специализированные в соответствии с вновь выученным актом нейроны появляются как модификация их предыдущей врожденной или приобретенной специализации.

2) Они могут мобилизоваться из постоянно активных, но не специализированных в соответствии с изучаемым поведением клеток, которые обычно составляют от 40 до 50% всех регистрируемых нейронов.

3) Они мобилизуются из молчащих клеток, число которых, например, в коре, по данным некоторых авторов, достигает 98%.

Для того, чтобы решить эту проблему, мы имеем три группы аргументов. Первое, поведенческая специализация нейронов является постоянной и неизменной. Кроме теоретических соображений, приведенных выше, в пользу этого заключения говорят также следующие факты. Во всех случаях, когда клеточную активность удавалось зарегистрировать в течение достаточно продолжительного периода (2—3 часа), специализация клеток всех типов оставалась постоянной и неизменной. В специальных экспериментах, проведенных Н.А. Швырковой [1986], была предпринята попытка сменить специализацию нейронов, изменяя места расположения педалей и кормушек. В клетке, где были две кормушки слева и справа, педаль помещалась сначала перед левой кормушкой и кролик обучался, нажимая ее, получать пищу в правой кормушке. В основном эксперименте, где регистрировалась активность нейронов, кролик переучивался нажимать на педаль, поставленную перед правой кормушкой, и получать пищу в левой кормушке. Этот прием позволял, зная специализацию нейрона относительно первой поведенческой ситуации, изучать возможную его специализацию при формировании второй. Ни один из 58 нейронов дорсального гиппокампа, 44 нейронов зрительной и 46 нейронов сенсомоторной областей коры больших полушарий не изменил специализации при формировании поведения во второй ситуации. Наконец, в специальных экспериментах мы использовали многоканальные микроэлектроды для микроионофоретического подведения ацетилхолина и L-глутамата к нейронам зрительной и моторной областей коры. Из 64 нейронов 46 были специализированы в соответствии с поведенческими актами пищедобывательного поведения и 18 были постоянно активны и не специализированы. Несмотря на четкие изменения в фоновой активности во время подведения различных веществ, ни один из нейронов не изменил своей специализации, и ни один из неспециализированных нейронов не стал

специализированным в соответствии с каким-либо поведенческим актом при подведении веществ [Безденежных 1986].

Сформированные в раннем онтогенезе «рецептивные поля» корковых нейронов обнаруживаются у взрослых кошек спустя полтора года. Специализация клеток остается постоянной, возможно, даже под наркозом, что объясняет, почему «сформированные рецептивные поля» могут быть обнаружены под наркозом [...]. Онтогенетические исследования часто трактуются в терминах рецептивных полей именно потому, что клеточные специализации тестируются зрительными стимулами под наркозом, однако, тот факт, что одни и те же выученные «зрительные рецептивные поля» обнаруживаются как в зрительной, так и в соматосенсорной областях коры [Spinelli 1978], заставляет принять именно поведенческую, а не функциональную специализацию нейронов, даже если эта специализация обнаруживается как «рецептивное поле».

Таким образом, наши данные о постоянстве специализации нейронов относительно выученного поведения у взрослых кроликов подтверждают заключение, сделанное на основе онтогенетических исследований, «что если клетки были однажды настроены, они не могут быть изменены» [Spinelli 1978, р. 684] и показывают также, что это справедливо как для «развития» * онтогенезе, так и для «обучения» взрослых животных.

Второе, некоторые авторы [...] считают, что вновь специализированные клетки происходят из популяции активных, но не специализированных нейронов. Так, например, D.N. Splaelli предполагает, что специализированные клетки появляются «,,из популяции ненастроенных клеток. Мы нашли 50% клеток, которые не имели четко очерченных рецептивных полей. Мы называем такие клетки неспециализированными (uncommitted). Они не были настроены» [Spinelli 1978, р. 683]. Далее он пишет, что после обучения «...процент ненастроенных клеток уменьшался» [р. 684], но не приводит статистических данных, обосновывающих это заключение.

Кроме невозможности сделать неспециализированные клетки специализированными с помощью ионофоретической аппликации различных веществ, можно привести еще один аргумент в пользу того, что неспециализированные относительно изучаемо-

го поведения активные нейроны являются, возможно, специализированными относительно какого-то другого типа поведения. Так, многие нейроны оказываются специализированными в соответствии с «внутренними актами», т.е. прасистемами, такими как открывание рта или дыхание [Александров 1989, Карпов 1984]. Если движение нижней челюсти и дыхание не регистрируются» то такие клетки представляются постоянно активными и выглядят как неспециализированные. На том основании, что в очень многих структурах существуют клетки, связанные, например, с жеванием [...], можно предположить, что все активные клетки специализированы в соответствии с какими-то, не регистрируемыми в данный момент, видами активности животного. Чем более древние активности будут регистрироваться, такие как дыхание, перистальтика и т.д., тем, по-видимому, меньшее число клеток окажется «неспециализированными». Это ведет к предположению, что постоянно активные и неспециализированные в соответствии с изучаемым поведением клетки, возможно, специализированы относительно некоторых очень древних витальных систем, и их специализация должна быть также постоянной и неизменной. Третье, существуют данные, позволяющие предположить, что вновь специализированные клетки — это бывшие молчащие клетки резерва. В специальных экспериментах, проведенных в нашей лаборатории А.Г.Горкиным [1987], сравнивалось количество различно специализированных нейронов в лимбической и моторной коре у кроликов, сначала обученных получать пищу из двух кормушек, и затем у тех же самых кроликов после доучивания их нажимать на левую педаль для получения пищи в левой кормушке и на правую педаль для получения пищи в правой кормушке. Нейроны, специализированные относительно жевания, захвата пищи в обеих кормушках или различных движений, мы рассматривали как специализированные относительно старых систем, которые кролик имел до того, как он попал в экспериментальную клетку; нейроны, дававшие активации во время захвата пищи только в одной кормушке (левой или правой) или при подходе кролика к одной кормушке, рассматривались как специализированные относительно новых систем, которые кролик формировал на первом этапе обучения; наконец, нейроны, специализированные от-

носителем нажатия на одну определенную педаль или подхода к одной определенной педали, рассматривались как принадлежащие к новейшим системам, сформированным на втором этапе обучения. Полученные данные показали, что появление в лимбической области коры нейронов, специализированных относительно нажатия на педаль и подхода к педали, не ведет к уменьшению числа других типов клеток. Этот факт служит основой для предположения, что вновь специализированные клетки являются добавкой к ранее специализированным, и мобилизуются, вероятно, из числа молчащих нейронов.

Кроме тех нейронов, которые мы могли регистрировать достаточно продолжительное время для того, чтобы сравнивать их активации в течение 10—20 поведенческих циклов на обеих сторонах клетки, определялось также и число активных клеток, которые мы не могли наблюдать достаточно время, и участие которых в обеспечении поведения, следовательно, не было установлено.

Общее число активных клеток, которые можно обнаружить в одном треке (продвижение микроэлектрода через поперечник коры), зависит от особенностей микроэлектрода, поэтому для того, чтобы сравнить число активных клеток в двух сериях экспериментов, мы отобрали данные только по тем трекам, которые были сделаны электродами с близкими параметрами (кончик 1—2 микрона, сопротивление 2—6 МОМ на частоте 1 кГц). В первой серии в 15 треках мы обнаружили 108 активных клеток лимбической коры, во второй серии — в И треках было обнаружено 123 активных клетки этой области. Если принять, что в действительности микроэлектрод встречает во время одного трека порядка 1600 нейронов (максимально возможное количество даже для коры кошки, а не кролика (...)), то это означает, что в первой серии микроэлектрод находился в контакте с 24 тысячами клеток, а во второй — с 17600 клеток. Сравнение этих количеств с числом активных клеток (108 и 123 соответственно) показывает, что дополнительное обучение повышает число активных клеток (χ^2 кв. = 11,1, $p < 0,001$) и соответственно уменьшает число молчащих нейронов, которые, вероятно, являются специальным резервом для нового опыта. Таким образом, можно предположить, что во время обучения специализированными становятся ранее молчащие клетки резерва.

89

Можно даже оценить (весьма приблизительно) относительное число нейронов лимбической коры, которые затрачиваются на образование систем подхода и нажатия на педали на двух сторонах клетки. Если в первой серии только 0,45% клеток лимбической коры были активны, то во второй серии, после доучивания кролика нажимать на педали, — 0,70%. Это означает, что на формирование всех функциональных систем поведенческих актов во второй серии было затрачено 0,25% клеток лимбической коры. Соответственно, все клетки лимбической коры могут быть истрачены при формировании числа систем, в 400 раз большего, чем то, которое было сформировано при нажатиях на две педали. Это число значительно перекрывает число поведенческих актов обычного поведенческого репертуара грызунов, которое дают этологи [Зоренко 1981].

В этих же экспериментах было установлено, что в первой серии только 3 нейрона и во второй только 4 нейрона с фоновой активностью постоянно тормозятся в каком-либо поведенческом акте. Это означает, что обучение приводит к специализации только активирующиеся нейроны и не требует равного числа специализаций тормозящихся нейронов. Поскольку при осуществлении выученного акта (т.е. успешного) не реализуются все оппонентные ему неуспешные акты, которые пробовались в стадии проб и ошибок, то это означает также, что ошибочные акты не фиксируются в памяти животного в специализации каких-либо отдельных нейронов.

Сопоставление данных, полученных при исследовании лимбической и моторной областей коры, показало высоко достоверное превышение в лимбической коре числа нейронов, принадлежащих к новым и новейшим системам, что свидетельствует о значительно большем вкладе элементов лимбической коры по сравнению с моторной во вновь формируемое поведение. К этому вопросу мы еще вернемся.

Что касается специализации молчащих нейронов относительно вновь формируемых актов, теоретически можно допустить две возможности:

1) молчащие нейроны исходно неспецифичны, и обучение приводит к дополнительной дифференцировке некоторых случайно выбранных молчащих нейронов;

2) молчащие нейроны заранее генетически разнообразно специализированы, и обучение отбирает в систему соответствующие нейроны. Поскольку прямая проверка этих гипотез в настоящее время методически вряд ли возможна, так как требовала бы нахождения и продолжительной регистрации молчащих нейронов в течение всего процесса обучения, то для того, чтобы остановиться на одной из них, рассмотрим, что такое поведенческая специализация для самого нейрона.

Первая возможность реализуется, вероятно, в раннем онтогенезе, когда нервные клетки не окончательно дифференцированы. Как известно, в раннем онтогенезе в мозгу образуется значительно больше нейронов, чем обнаруживается у взрослого организма [...]. С возрастом их число также постепенно уменьшается. Известно также, что депривация приводит к значительно большей гибели нейронов, чем в норме, и к затруднению дальнейшего обучения. В то же время, «упражнения», обогащение опыта в раннем онтогенезе, напротив, обуславливает увеличение по сравнению с нормой числа специализированных относительно соответствующих элементов опыта нейронов. Так, в уже упоминавшихся экспериментах D.N. Spinelli [1978] формирование поведения, состоящего в том, что по световому сигналу, подкрепляемому электрокожным раздражением предплечий передней лапы, котята должны были ее отдергивать, приводит к тому, что у взрослых животных проекция этого предплечья в соматосенсорной коре оказывается распространенной практически на всю эту область, в то время как у нормальных кошек, не имевших такого опыта, эта проекция занимает не более 0,5 мм кв.

В нервной системе взрослых животных дифференцировка нервных клеток считается окончательной, что для нейрона означает формирование генетической и метаболической специализации, соответствующей положению нейрона и его связям в пределах всей нервной системы. Отсюда возможность произвольной специализации любого молчащего нейрона, по-видимому, отпадает. Остается предположить, что обучение лишь отбирает нужную систему нейронов из существующего разнообразия специализаций нейронов запаса. «Необучаемость» нейрона означает невозможность изменения его генетических потребностей и специфики метаболизма, что соответствует «основной догме»

современной теории эволюции. Нейроны специализированы относительно определенных потребных метаболитов; их специализация относительно поведенческих актов оказывается вторичной. Специализация зависит от «места» нейрона в «пространстве» мозга и, следовательно, жизненного опыта, и определяется координатами: X — удаленность от «мотивационных» нейронов, т.е. нейронов, инициирующих, например, пищедобывательное поведение; Y — удаленность от определенных периферических воздействий среды и Z — удаленность от определенных телесных процессов. В условиях наших экспериментов эти координаты соответствуют конкретному этапу обучения, в той среде и при таком изменении телесных процессов, что именно данные нейроны специализируются именно относительно акта нажатия на педаль. Если бы на этом этапе кролика обучали просто скрести пол лапами, то, возможно, тот же нейрон оказался бы специализированным относительно именно этого акта; однако, обучение вместо нажатия на педаль потягивать зубами колечко требовало бы специализации других нейронов с иными отношениями к телесным процессам.

Генетическая специализация нейронов, создание избыточного разнообразия, и отмирание части клеток в онтогенезе очень напоминает решение эволюцией проблемы специфического иммунитета: генетически фиксированная специфичность лимфоцитов, их избыточное разнообразие, и гибель в раннем онтогенезе лимфоцитов, специфичных относительно собственных тканей организма [Вернет 1964]. Отличие состоит в том, что иммунная память обеспечивается клоном лимфоцита, размножающимся после контакта со специфическим антигеном, в то время как нервные клетки не делятся, и организму приходится обходиться только «заготовленной впрок» специализацией нейронов. Формирование и фиксация в памяти нового акта есть по существу отбор из всего исходного разнообразия возможных сочетаний активных элементов именно того сочетания, которое в конкретных условиях дает приспособительный результат. По аналогии с клонально-селекционной теорией иммунитета, преодолевшей «ламаркистскую ересь» в иммунологии, и в отличие от «инструктивно-селекционной» теории обучения отдельного нейрона [Eccles 1977], предлагаемую теорию можно назвать системно-селекционной.

Наши данные показывают, что в мозгу кролика часть специализированных нейронов соответствует врожденным актам, часть используется при формировании индивидуального опыта, части не представляется случая быть использованными вообще, а некоторых специализированных нейронов, описанных, например, у обезьян [...], в мозгу кролика просто нет. Поскольку возможная поведенческая специализация нейронов генетически предопределена, то в памяти организма могут быть зафиксированы только такие акты, которые допускаются исходным генетическим разнообразием специализаций его нейронов. Вероятно, именно поэтому животные разных видов, и даже просто разные кролики имеют неодинаковые способности к обучению.

На основании очень небольшого пока экспериментального материала, показавшего, в основном, неизменность поведенческих специализаций нейронов во всех стадиях экстренного обучения и появление активаций у лишних нейронов в стадии поиска, проб и ошибок, формирование новой системы из нейронов запаса можно представить себе приблизительно следующим образом. В условиях, в которых возможно осуществление выученного поведения, у молчащих нейронов имеет место согласование потребностей генома и синаптического притока и удовлетворение их метаболических потребностей за счет активности нейронов, обеспечивающих это поведение. При введении новой ситуации, когда выученное поведение не дает результатов, нейроны этого поведения, испытав рассогласование, продолжают разряжаться, что приводит к повторному осуществлению ставшего неэффективным акта, а отсутствие результата ведет к нарастанию метаболических потребностей и рассогласованию с синаптическим притоком у все большего числа прежде молчащих нейронов. При этом «неудовлетворенность» нейронов прежде эффективного поведения вызывает рассогласование и активность не всех, а прежде всего молчащих клеток, которые могут дать им необходимые продукты метаболизма, подобно тому, как тиреотропный гормон адресуется прежде всего к щитовидной железе, которая выделяет тироксин, необходимый для устранения рассогласования и прекращения секреции тиреотропина клетками гипофиза. Дополнительно активированные клетки своей активностью приводят, вероятно, к

удовлет-

93

ворению части потребностей геномов и торможению части нейронов, обеспечивавших прежде эффективное поведение. Состояние мозга в целом, т.е. набор активных и заторможенных элементов, изменяется, что может вызвать и изменение телесных процессов, и изменение соотношения организма со средой, т.е. пробный поведенческий акт. Если он не приведет к знакомому соотношению организма со средой, рассогласование усилится и появится уже у большего числа и иной совокупности прежде молчавших нейронов, что соответствует новой пробе. В случае удачи, т.е. достижения уже знакомого и нужного соотношения организма и среды, активные в пробном акте нейроны, естественно, снова замолкают, так как оказывается достигнутым то соотношение их генома и синаптического притока, которое имело место при активности нейронов прасистем, и является для бывших молчащих нейронов согласованием, но рассогласованием для тех нейронов, которые уже специализированы относительно знакомого соотношения со средой. Поскольку замолкание активных в пробном акте нейронов ведет к тому, что перестают удовлетворяться «потребности» нейронов прежде выученного поведения, постольку последние активируются в полном объеме и своей активностью приводят к реализации знакомое поведение. При многократных повторениях данной пробы имеет место упражнение участвующих метаболических процессов [...], по-видимому, за счет амплификации соответствующих генов [...], а также усиления синаптогенеза [...]. Усиление синаптических контактов вновь специализированных нейронов при формировании новых систем означает усиление связей этих нейронов не обязательно между собой, а, скорее, с нейронами прасистем, которые замолкают при достижении результатов новых пробных актов, т.е. того соотношения организма со средой, в котором гарантировано удовлетворяются «потребности» нейронов прасистемы. Поэтому именно уже специализированные нейроны являются «внутренними» системообразующими факторами в обучении и определяют зависимость приобретения нового опыта от уже имеющегося старого. Как неоднократно подчеркивал П.К. Анохин, функциональные системы — это совокупность элементов, необязательно непосредственно взаимодействующих между собой, но взаимодействующих в достижении общего результата [1968].

Необходимо подчеркнуть, что «частично новыми» могут быть очень многие ситуации, и осуществление поведения в этих ситуациях также требует вовлечения тех или иных нейронов запаса. Однако, однократное их использование не приводит к формированию специальной системы, с чем, по-видимому, связано и наличие нейронов, активирующихся только в пробных актах [...]. Долгое неиспользование прежде сформированных систем может, по-видимому, приводить к ослаблению связей между нейронами и тем самым к меньшей конкурентоспособности системы, хотя полное «стирание» системы из памяти возможно, вероятно, только при гибели соответствующих системоспецифичных нейронов.

Отметим, что из понимания обучения как системогенеза следует, что прасистемы при их реализации активируют более молодые системы, а последние — частично тормозят свои прасистемы. Возможно, что это связано с тем, что каждая новая система, сформированная на разных этапах онтогенеза, использует все меньшее число нейронов запаса.

Е частности, как показали наши эксперименты, система «захват в левой кормушке», созданная обучением, представлена меньшим числом нейронов, чем система «захват вообще», (т.е. захват пищи в любом месте клетки), которая, очевидно, была сформирована до попадания кролика в экспериментальную клетку.

В пользу предположения о зависимости между возрастом животного и числом нейронов, затрачиваемых на обучение новому акту, говорит и ненормально большое количество клеток, специализированных относительно раннего онтогенетического опыта, приобретаемого на фоне депривации [Hirsh, Spinelli 1970]. Эта закономерность представляется весьма важной, так как может определять предельно возможную для данного организма и в данном возрасте сложность поведения, уменьшение способностей к обучению с возрастом, поскольку все меньше нейронов оказываются «неиспользованными», а также, при патологии, распад памяти от настоящего к прошлому (закон Рибо), и т.д. Она объясняет также, почему элементы прасистем лишь частично тормозятся при реализации новых систем и поэтому любой акт осуществляется как реализация многих сформированных в прошлом опыте систем одновременно.

95

Таким образом, можно предположить, что структура памяти отражает видовую и индивидуальную историю поведения, т.е. соотношения организма со средой, в несколько искаженном виде: древние системы представлены большим числом элементов, а все более новые — все меньшим.

ПРОЕКЦИЯ СТРУКТУРЫ ПАМЯТИ НА СТРУКТУРЫ МОЗГА

Переход от механистических морфо-функциональных и рефлекторных представлений к системным означает смену парадигмы [Кун 1977] в изучении нейрональных основ поведения и психики и дает новое понимание всех традиционных проблем. Например, такая проблема как «локализация психических функций» может быть поставлена как проблема «проекции структуры памяти на различные морфологические структуры мозга». Системоспецифичность нейронов позволяет выяснить, какие структуры содержат элементы каких функциональных систем поведенческих актов.

Анализ поведенческой специализации нейронов различных областей мозга, проведенный в наших экспериментах, показал, что, во-первых, одинаково специализированные нейроны обнаруживаются в различных областях и, следовательно, образуют системы элементов различной морфологической принадлежности; во-вторых, что различные области мозга отличаются по содержанию нейронов различной поведенческой специализации. При сопоставлении данных по различным областям мозга, полученных в экспериментах на разных кроликах, но со строго одинаковой последовательностью этапов обучения, обнаружено следующее. Нейроны, специализированные относительно приобретенного в экспериментальной камере поведения (поведение у одной кормушки и у педали) максимально представлены в корковых областях и почти не встречаются в филогенетически более древних структурах (гипоталамус, мозжечок, латеральное коленчатое тело) и в периферических структурах (обонятельная луковица и зрительный тракт). Нейроны же врожденной пищедобывательной специализации (жевание, захват пищи вообще) пред-

%

ставлены как в коре, так и в других структурах. Нейроны древних локомоторных специализаций имеются во всех структурах, кроме обонятельной луковицы, в которой почти исключительно представлены нейроны, связанные с дыханием и специализированные относительно древних соотношений с запаховой средой. Тем не менее, даже в обонятельной луковице обнаруживаются нейроны, активность которых модулируется различными движениями [Карпов, Горкин 1986]. Коровые области по содержанию нейронов различных систем не эквипотенциальны и, например, антеролатеральная «моторная кора» отличается, в соответствии с нашим критерием специализации, от зрительной главным образом тем, что в ней содержится значительно больше нейронов, специализированных относительно древних актов именно пищедобывательного поведения (захват пищи, жевание и т.п.), в то время как в зрительной — в большем числе представлены нейроны древних локомоторных систем (повороты головы, движения в определенном направлении и пр.). Нейроны сетчатки и обонятельной луковицы отличаются специализацией относительно конкретных древних поведенческих актов (пространственные соотношения со средой и соотношения с пахнущими объектами). Различие специализаций клеток разных областей коры относительно приобретенных актов пищедобывательного поведения отражает, вероятно, историю формирования этих областей в эволюции и их разные связи с древними структурами мозга и, следовательно, с конкретными древними функциональными системами актов, отобранными в фило- и онтогенезе.

Как известно, в морфологии нервной системы отражается ее филогенез. Однако, усложнение нервной системы в эволюции происходит за счет генетической изменчивости. Естественный же отбор имеет дело не с морфологическими образованиями самими по себе, а с поведенческими актами, которые становятся возможными при использовании элементов этих новообразований. Эксперименты, проведенные в школе П.К-Анохина и приведшие к созданию теории системогенеза [1968], показали, что в онтогенезе элементы мозга различной анатомической принадлежности и элементы различных органов тела созревают избирательно, причем именно так, чтобы к моменту рождения могли

быть обеспечены именно жизненно важные соотношения новорожденного организма со средой. Точно также в индивидуальном обучении новая система специализированных нейронов в коре может сложиться и реализоваться во внешнем поведении, только избирательно вовлекая системы всех предыдущих временных уровней, именно тех, взаимодействие которых таким образом изменяло соотношение организма со средой, что достигался полезный результат новой системы. Мы приходим, следовательно, к выводу, что различные специализации нейронов различных структур мозга отражают не историю морфогенеза структур нервной системы с различными функциями, а историю успешных поведенческих актов, накопленных организмом в процессах проб и ошибок в филогенезе и индивидуальном обучении. Как показывают наши данные, чем более древними являются структуры мозга, тем больше они содержат нейронов древних специализаций.

В пользу того заключения, что специализация нейронов отражает именно системогенез, а не морфогенез нервной системы, говорят и данные о сохранении большого числа нейронов, специализированных относительно приобретаемого в раннем онтогенезе поведения [Spinelli 1978]. В отсутствие «усиленного использования» большинство нейронов, которые могли бы обеспечивать подобное поведение, по-видимому, гибнет. В онтогенетических исследованиях [Hirsh, Levental 1978] показано, что депривация действительно приводит к гибели большого числа нейронов. Поскольку разные структуры имеют различный эволюционный возраст, то возрастным различием и соответственно различными предельными уровнями системной специализации нейронов, например, таких структур как гипоталамус и кора, можно объяснить и большую связь активности нейронов гипоталамуса «пищевым значением», а нейронов коры — с «детальными» предъявляемых объектов [Rolls a.oth. 1977,1979], и специфические эффекты стимуляции или разрушения этих структур, которые можно трактовать как реализацию в поведении, или, напротив, исключение из памяти «глобальных», эволюционно древних (в случае гипоталамуса) или весьма дифференцированных и индивидуально приобретенных (в случае коры) систем. Но, даже эволю-

ционно одновременно возникшие структуры имеют различные проекционные отношения с телом, что обуславливает их участие в одних и неучастие в других конкретных системах, поскольку любой результат достигается той или иной организацией телесных процессов. Участием нейронов разных структур в перекрывающихся, но различных совокупностях систем можно объяснить и большую связь активности нейронов зрительной коры с разнообразными движениями, а моторной коры — с целями, что обнаруживается при феноменологическом анализе специализаций нейронов этих областей [Александров 1989]. Неравномерной распространенностью нейронов одной и той же системы по разным областям можно объяснить и некоторую специфичность дефектов поведения при повреждениях этих структур, хотя любые повреждения, естественно, приведут и к «эффекту массы», обнаруженному КЛешли. Анализ процесса обучения позволяет предполагать, что древние системы оказывают на надстроенные над ними более молодые системы активирующее воздействие, а более молодые системы частично тормозят свои старые системы и между собой находятся во взаимно реципрокных отношениях. Наиболее древние системы включают элементы периферических и древних мозговых структур. Состояние каждой системы определяется как изнутри организма, т.е. в конечном итоге потребностями генетической программы, выполнению которой и служит поведение, так и снаружи, т.е. в конечном итоге — текущими соотношениями организма со средой. Изнутри организма, например, при пищевой депривации, как показывают многочисленные данные, активация начинается с древнейших филогенетических систем, нейроны которых расположены в древних структурах, таких как гипоталамус [...], и захватывают все более молодые системы, вплоть до специализированных относительно индивидуально приобретенного опыта и расположенных в коре. Воздействие факторов среды также приводит к активации систем от древнейших к новейшим, и увеличение латентных периодов ответов нейронов на стимулы от периферии к центру является выражением именно этого «вовлечения систем», а не коррелятом кодирования свойств стимула или проведения афферентного сигнала. В пользу этого заключения говорят следующие факты:

99

1) Даже в проекционных областях ранние ответы нейронов (с латенцией 10-30 миллисекунд) соотносятся с параметрами стимула лишь по типу да—нет.

2) С тем же латентным периодом ответы появляются и у нейронов «моторных структур», таких как двигательная кора, мозжечок, альфа- и гамма-нейроны спинного мозга. С тем же латентным периодом они появляются и в самых разных структурах мозга, а том числе в афферентных волокнах нестимулируемого анализатора (Швырков 1978).

Это говорит о том, что стимул вызывает именно «движение» системных процессов, обусловленное влиянием более древних систем на более молодые. Кроме отношений, складывающихся между системами разного уровня, на каждом уровне также существуют сложные межсистемные отношения. О реципрокных и, напротив, синергических отношениях между разными системами врожденного поведения говорят известные со времен Ч.Шеррингтона реципрокность мотонейронов флексоров и экстензоров и всевозможные синергии, отражающие сложные, как облегчающие, так и тормозящие влияния между врожденными прасистемами. Между системами индивидуально приобретенного опыта, к которым принадлежат главным образом корковые нейроны, также существуют, как мы уже отмечали, различные как облегчающие, так и тормозящие взаимовлияния.

Поведенческая или системная специализация нейронов означает, что появление спайков какого-либо нейрона является свидетельством активации соответствующей функциональной системы. Чем больше таких нейронов активировано и чем чаще их импульсная активность, тем в большей степени соответствующий элемент субъективного опыта извлечен из памяти. Это означает, что по активности специализированного в отношении системы данного акта нейрона, появляющейся во время осуществления других актов, можно составить представление о существующих межсистемных отношениях.

При реализации внешне одного акта индивидуально приобретенного поведения, например такого, как подход к педали, одновременно активируются многие системы разного возраста, как индивидуально приобретенные, такие как подход и пребывание в углу педали, так и врожденные, такие как любое движе-

ние направо, любое горизонтальное движение, любое движение лап и т.п. Нейроны, специализированные относительно поведенческих актов, осуществляемых у кормушки, и поведенческих актов на другой стороне клетки, в это время постоянных активаций не дают. Это наблюдение показывает, что системы индивидуального опыта находятся в сложных отношениях между собой и с врожденными системами, причем структура отношений между системами приобретенного опыта отражает последовательность этапов обучения. Отношения же между конкретной системой приобретенного опыта и врожденными системами отражает историю успешных проб данного приобретенного акта, что требует, вероятно, возможности перестройки межсистемных отношений даже среди врожденных систем.

Нейроны индивидуальных специализаций могут давать непостоянные, слабые активации и в таких актах, которые не были связаны в истории обучения и не связаны в последовательном поведении. В одном из экспериментов, например, из 17 «нейронов подхода и нажатия на левую педаль», 3 нейрона давали непостоянные активации при подходе и нажатии на правую педаль (в этих актах общая цель при противоположном направлении движений и другой среде); 3 нейрона — при одинаковом направлении движений вне зависимости от среды и целей; 2 нейрона — при нахождении кролика в левой половине клетки (общая среда). У 4 нейронов в тех актах, где они давали непостоянные активации, не удалось определить чего-либо общего с подходом и нажатием на левую педаль, и 5 нейронов вообще не имели непостоянных активаций, кроме «предваряющих» [Швырков 1983].

Эти наблюдения позволяют предполагать, что прасистемы врожденного опыта, активируемые со стороны потребностей и целей, среды или состояний зрела, могут оказывать облегчающее влияние на те функциональные системы индивидуального опыта, при формировании которых они были использованы, и тормозящее влияние — на другие.

Таким образом, мы приходим к выводу, что структура памяти и изменения в этой структуре, происходящие при формировании новой системы индивидуального поведения, а также межсистемные отношения в этой структуре проецируются весьма сложным образом на структуры мозга.

Закономерности межсистемных отношений необходимо еще изучить, однако, если даже виды межсистемных отношений ограничиваются лишь реципрокностью систем одного уровня, произошедших из общей прасистемы, и синергичностью данной системы и всех ее прасистем, очевидно, что наличие в памяти множества систем разного уровня и соотносящих организм с разными конкретными ситуациями в среде, должно создавать весьма сложную динамику межсистемных отношений, определяющую состояние в любой момент каждой системы. Специализация нейронов разных областей мозга обычно выглядит весьма стандартной и одинаковой у разных животных одного вида, что и позволяет составлять атласы мозга этих животных. Однако, данные онтогенетических исследований, показывающие возможность изменения специализаций нейронов при изменении нормального видоспецифического онтогенетического развития, показывают, что, возможно, лишь определенная стадийность и поэтапность этого видового онтогенеза в значительной степени обуславливает сходство морфологии мозга и специализаций нейронов, устанавливаемых в аналитических экспериментах. В экспериментах, проведенных в нашей лаборатории Ю.И. Александровым и Ю.В. Гринченко [Alexandrov a.oth. 1990], было показано, что после двустороннего удаления зрительных областей у кроликов восстановление приобретенного поведения сопровождалось увеличением в антеролатеральной моторной области доли нейронов, специализированных относительно новых актов, таких как нажатие на педаль, и сокращением доли нейронов старых специализаций, таких как захват пищи. В результате соотношение специализаций в моторной коре сдвигалось в сторону имеющегося в норме в зрительной. Полученные факты позволяют предположить, что нейроны запаса, которые в норме не используются, являются, вероятно, не только созданным в эволюции резервом обучения» но и резервом восстановления повреждений нервной системы. При этом первичным является, вероятно, восстановление метаболизма мозга и специализаций нейронов в соответствии с потребностями нейронов прасистем, что уже вторично создает впечатление дополнительного обучения кролика новому поведению.

Наши эксперименты позволили рассмотреть проекцию на разные структуры мозга только жизненного опыта, полученного кроликом в экспериментальной клетке, и частично, древних систем пищеводобывательного поведения. Данные литературы свидетельствуют о том, что и другие виды поведения, такие как сексуальное, оборонительное и т.д. [...], также представлены специализированными нейронами, относящимися к системам разного уровня, в различных структурах мозга [...].

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ СУБЪЕКТА ПОВЕДЕНИЯ

Из общебиологического понимания происхождения и значения активности отдельных нейронов с очевидностью вытекает, что и двигателем индивидуального развития, и «последней причиной» целенаправленного поведения являются противоречия между метаболическими запросами разных нейронов. В конечном счете состояние каждой системы, т.е. число и степень активаций ее нейронов, зависит как от степени экспрессии генов в этих нейронах [...], так и от влияний на нейроны приходящих от других очень многих, если не всех, систем жизненного опыта [...]. Кроме того, как следует из данных об увеличении фоновой активности часто активирующихся нейронов [...], имеет значение и частота использования системы в поведении.

В любой момент организм соотносится со средой как целое, и организация телесных процессов определяется состоянием мозга как целого. Перечисление всех активных и всех заторможенных нейронов в каком-либо акте есть одновременно описание всех реализуемых и всех исключенных из реализации, но существующих в памяти, систем, т.е. описание состояния всего субъекта поведения. Анализ состава системной специализации нейронов, постоянно активных в течение реализации какого-либо «одного» акта, показывает, что в это время активны, во-первых, нейроны, обеспечивающие конкретную систему и, следовательно, специфичность состояния субъекта поведения, давшее название этому акту; во-вторых, нейроны, обеспечивавшие прасистемы, сформированные на предыдущих этапах обучения в экс-

периментальной клетке; и в третьих, нейроны, обеспечивающие прасистемы, образованные на предыдущих этапах онто- и филогенеза. Это означает, что реализация внешне одного акта протокола есть в действительности одновременная реализация огромного числа систем разного возраста.

Наличие непостоянных активаций показывает также, что в течение реализации одного внешнего акта наряду с системами и прасистемами, необходимыми для осуществления этого акта, частично активируются и многие лишние системы. От того, какие функциональные системы активируются на том или ином, отрезке поведенческого континуума, зависят как внешние характеристики поведения, в том числе временные, точностные и т.п. [...], так и возможность ошибок, вплоть до смены пищедобывательного поведения, например, комфортным.

В континууме поведения состояния субъекта поведения постоянно перетекают друг в друга, что выражается в смене состава реализуемых и исключенных систем на каждом отрезке континуума и, соответственно, в смене составов активирующихся и заторможенных нейронов. Состав реализуемых и исключенных систем изменяется постоянно в связи с динамикой метаболических потребностей разных нейронов, изменениями среды и телесных процессов.

Из сказанного выше очевидно, насколько упрощенными и неадекватными реальности были представления о поведенческих актах как о реакциях на стимулы, которые фактически вытекали лишь из обычной лабораторной методической процедуры нанесения стимулов и регистрации реакций [...].

В отличие от распространенных ранее представлений об отдельном поведенческом акте как реакции на стимул, при которой последовательно активируются афферентные интегративные и моторные структуры, выполняющие функции кодирования, обработки информации и генерирования моторных команд, теория функциональных систем предложила последовательность системных процессов или стадий экстренной организаций различных элементов в единую функциональную систему поведенческого акта. В специальных экспериментах, в которых кролики, обученные подходить к кормушке после вспышки света, получали эту вспышку как результат ожидания или потягивания кольца

зубами или нажатая на педаль, мы показали соответствие фаз активаций нейронов и" компонентов ВП системным процессам схемы П.К. Анохина [Швырков 1978].

Новые данные о поведенческой специализации нейронов и межсистемных отношений позволяют уточнить трактовку 'этих фаз активаций,

В специальной экспериментальной ситуации, когда животное ожидает стимул, который является результатом этого ожидания и одновременно — пусковым для следующего поведенческого акта, готовность систем последующего поведения во время ожидания получила название предпусковой интеграции. Согласно представлениям П.К.Анохина, предпусковая интеграция складывается под воздействием мотивации, извлекающей из памяти все акты, когда-либо приводившие к удовлетворению этой мотивации, и обстановочной афферентации, активирующей поведенческие акты, возможные в данной среде. Поведенческая специализация нейронов заставляет принять, что состояние, обычно обозначаемое как мотивация, не представляет собой какого-либо особенного мотивационного возбуждения, распространяющегося по особым морфологическим путям.

Мотивация — это, скорее, движение активации от филогенетически древних ко все более новым системам, о чем говорит и «движение активации от подкорковых центров к коре», и активация не только центральных, но и периферических элементов соответствующих систем, проявляющаяся в настройке рецепторов, двигательном беспокойстве, голодн о м слюн о т еч ении и т.д. При этом активируются многие «лишние» системы пищедобывательного опыта, которые не могут быть использованы в экспериментальной ситуации.

Воздействие факторов среды, т.е. обстановочной афферентации, -также приводит к активации систем от древнейших к новейшим, причем всех систем, результаты которых достижимы в данной среде, о чем, на наш взгляд, говорит и возможность активации явно поведенчески специализированных нейринов при предъявлении животному средовых воздействий, связанных с реализацией соответствующих форм поведения (нейроны, специализированные относительно «лиц» у обезьян и овец). Таким образом, внешняя среда также активирует не только пищедобывательные, но и лишние системы.

105

Взаимодействие всех систем, активированных со стороны «мотивации» и «обстановочной афферентации», создает «опережающее отражение действительности», проявляющееся в готовности систем будущего поведения к реализации с вовлечением и самых периферических образований [...]. При появлении пускового стимула происходит смена состава систем, соответствующих поведению ожидания, на состояние субъекта поведения, соответствующее последующему поведению. Эту смену можно отождествить с афферентным синтезом в схеме П.К. Анохина; она также начинается с древнейших периферических систем, уже подготовленных опережающим отражением и дополнительно активированных пусковым стимулом, и заканчивается сменой с тем «высшего» индивидуально приобретенного уровня, которая может быть отождествлена с принятием решения.

С этого момента система новейшего акта («акцептор результатов действия») активирует все свои подсистемы, обеспечивавшие достижение ее результата, и тормозит лишние системы. Этот процесс развивается уже от новых ко все более древним системам и может рассматриваться как «программа действия». Подобная «программа» не представляет собой эфферентный интеграл, или проведение возбуждения по моторным путям, поскольку при этом активируются и афферентные структуры, даже такие, как сетчатка, что обеспечивает опережающее отражение будущих соотношений со средой.

Сокращение мышц и физическое движение начинается при активации древнейших систем филогенетического опыта («действие») и заканчивается при последовательном достижении результатов систем всех уровней («обратная афферентация»), что в конечном итоге приводит и к достижению результата новейшей системы («сличение с акцептором результатов действия»).

При использовании в качестве стимула-результата — ярких вспышек света, в латентном периоде сокращения мышц развиваются первичная позитивность и негативность вызванного потенциала и фазные активации у нейронов «лишних» систем [Швырков 1978].

При использовании околопороговых вспышек света в ситуации обнаружения кроликом пороговых сигналов [Александров 1985] оказалось, что ранние компоненты вызванных потенциалов, т.е.

первичные позитивность и негативность и соответствующие им ранние фазы активаций нейронов, не обязательны для смены поведения ожидания на поведение подхода к кормушке. В этой ситуации наблюдаются только негативные волны, соответствующие как ожиданию, так и подходу, и поздняя позитивность (РЗОО) после обнаруженной вспышки света, во время которой прекращаются разряды нейронов ожидания, начинаются активации нейронов подхода и наблюдаются фазные разряды нейронов лишних систем [Александров 1985]. На том основании, что обнаружение ярких вспышек — значительно более легкая задача, и время реакции при этом меньше, чем при пороговых стимулах, было высказано предположение, что сильный стимул, активируя множество лишних прасистем, что соответствует первичной позитивности ВП, ускоряет принятие решения за счет конкурентных отношений между ними и более быстрого вытормаживания лишних систем, что соответствует развигию негативного компонента ВП. В случае же пороговых сигналов лишних систем активируется меньше, и смена систем приобретенного опыта задерживается [Александров 1985]. При последовательном поведении в экспериментальной клетке без каких-либо специальных стимулов потенциалы, соответствующие этому поведению, представляют собой только негативные колебания во время осуществления поведенческих актов и позитивные колебания — между актами; эти потенциалы соответствуют и активациям специализированных во время негативноеTM и лишних во время позитивности нейронов индивидуально приобретенных специализаций [Гаврилов 1987].

Тщательный анализ выборочной совокупности специализированных относительно приобретенного поведения нейронов показывает, что элементы индивидуального опыта находятся в достаточно сложных отношениях. Судя по активности таких клеток, как обнаруженный нами нейрон лимбической коры, который давал постоянные активации только в одном акте дефинитивного поведения — при повороте головы направо к правой кормушке после нажатия правой педали, эта функциональная система должна активироваться при голоде в экспериментальной клетке и на протяжении всего поведения на правой стороне клетки; дополнительно — в течение пребывания кролика в углу правой педали; она должна, тормозиться при реализации других систем в том же углу, а активирующее действие ее прасистем,

107

вероятно, ослабляется влиянием самой этой системы и антагонистами прасистем на соответствующих уровнях — систем комфортного и оборонительного поведений, системы пищедобывательного поведения на левой стороне клетки, системы пребывания в углу правой кормушки и т.д. К этому добавляется, по-видимому, и влияние филогенетических прасистем, с помощью которых достигается результат этой системы.

В самом приблизительном виде можно предположить, что в структуре индивидуального опыта при пищевой депривации активируются сначала более старые системы, такие как захват пищи в определенной кормушке, для реализации которых во внешнем поведении нет адекватных условий среды (пища в кормушке отсутствует), и поэтому активации таких систем оказываются лишь частичными (меньшее число активированных нейронов и меньшая частота их разрядов). Это ведет к активации все более молодых систем, одна из которых оказывается активированной не только со стороны «мотивации», но и со стороны среды — подход в угол педали. Реализация этой системы делает возможным осуществление нажатия педали, результатом чего является подача кормушки с порцией пищи — условие успешности реализации более старых систем подхода, наклона и захвата пищи. Поскольку старые системы частично активированы и при реализации молодых систем, то во внешнем поведении проявляются разнообразные феномены «предвидения» будущих соотношений со средой, такие как предваряющие активации у различных нейронов [Швырков 1982], условное слюнотечение и т.д.

В каждом конкретном акте индивидуально приобретенного поведения целенаправленность действия объясняется, вероятно, тем, что при смене актов «высшая» система активирует именно собственные филогенетические прасистемы, а результатом «высшей» системы является такое соотношение со средой, которое делает возможным осуществление следующего акта в последовательном поведении.

В общем виде последовательное поведение, таким образом, представляет собой активацию систем индивидуального опыта сначала от старых функциональных систем к новым, а затем от новых к более старым, и в конечном итоге — к удовлетворению потребностей метаболизма, сформировавшихся на заре жизни. В

последовательном поведении сначала активируются, и затем при достижении их результата замолкают, нейроны все более древних систем, расположенные в филогенетически древних структурах, что, вероятно, сопоставимо с представлением о нарастании положительной эмоции при достижении результатов.

Итак, установленная нами специализация отдельных нейронов относительно элементов видового и индивидуально приобретенного субъективного опыта означает, что в мозговой активности отражается не внешний мир, а соотношения конкретного организма с внешним миром, и что это отражение конкретного соотношения осуществляется просто активацией соответствующей системы нейронов. В этом и состоит решение психофизиологической проблемы, или проблемы соотношений психики и мозга, так как описание поведенческих специализаций совокупностей клеток мозга, активных в какой-либо момент, является одновременно описанием и состояния субъективного жизненного опыта животного в этот момент, а описание всех специализаций нейронов — описанием всей его фило- и онтогенетической памяти, т.е. всего субъекта поведения. Изучение специализаций нейронов становится, таким образом, объективным методом изучения структуры субъективного мира, а анализ активности нервных клеток с известной специализацией — объективным методом изучения его динамики. Это решение открывает возможность изучать психику, т.е. состав и взаимоотношения элементов субъективного опыта животных объективными физиологическими методами.

109

СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ МОЗГА, ПСИХИКИ И СОЗНАНИЯ

В 1988 г. исполняется 90 лет со дня рождения автора теории функциональных систем, академика АН СССР и АМН СССР, лауреата Ленинской премии Петра Кузьмина Анохина. Начиная с одной из первых своих работ «Диалектический материализм и Проблема психического», опубликованной еще в 1926 г., П.К. Анохин шел к решению проблемы: «...какими материальными средствами организм ... достоверно отражает в мозгу и сознании внешний объективный мир» [Анохин 1978, с. 337]. Он принял самое активное участие в создании Института психологии АН СССР и в течение двух лет руководил в нем отделом нейрофизиологических основ психики. Со времени организации лаборатории нейрофизиологии функциональных систем в составе ИП АН СССР; прошло 15 лет Пора подвести некоторые итоги и оценить, насколько мы приблизились к решению задачи, которую ставил, П.К. Анохин перед созданным им коллективом.

К моменту организации нашей лаборатории теория функциональных систем была уже достаточно развита. Как вспоминал Петр Кузьмич [Анохин 1984), первоначально эта теория возникла из необходимости объяснить восстановление нормальной локомоции при различных искусственных нервных анастомозах и изменениях костных прикреплений флексоров и экстензоров (Анохин 1975, с. 63). Эти факты, а также данные о сопряженности двигательной и секреторной активности в условных рефlekсах показывали подчиненность отдельных «функций» целому поведению и для понимания поведения требовали не определения функций отдельных морфологических частей или мозга, а

изучения организации целостных соотношений организма со средой.

Поскольку было ясно, что поведение современных организмов является продуктом эволюции и естественного отбора, то в качестве единицы поведения могло быть выделено только обеспечение какого-либо качественно специфического соотношения организма со средой, способствующее его выживанию и размножению. Такое соотношение получило в теории функциональных систем название полезного приспособительного эффекта, или результата, а совокупность всех морфологически различных элементов организма, активность которых приводит к этому результату, была обозначена как функциональная система, причем полезный результат выступал как системообразующий фактор [Анохин 1984].

Эмбриогенетические исследования, показывающие, что элементы мозга и различных органов тела созревают избирательно, причем так, чтобы к моменту рождения могли быть обеспечены именно жизненно важные для новорожденного организма соотношения со средой, привели к созданию теории системогенеза [Анохин 1978, с. 125] и подтвердили плодотворность создававшегося системного подхода при изучении любых аспектов соотношения организма со средой.

Исследование поведения животных в ситуации выбора и эксперименты с разрушением в этих условиях различных областей мозга привели к системному пониманию проблемы «локализации мозговых функций» [Анохин 1940], а затем и условного рефлекса как функциональной системы поведенческого акта [Анохин 1979, с. 425].

Электрофизиологические исследования активности мозга [Анохин 1979, с. 218], показавшие наличие генерализованных активаций, специфических для разных видов поведения, привели к системным представлениям об интегративной деятельности мозга как целого [Анохин 1968] и о поведении как активном и целенаправленном соотношении со средой целостного организма [Анохин 1978, с. 292, 367]. Все эти исследования, а также работы по изучению конкретных функциональных систем, обеспечивающих дыхание или кровообращение, процессов компенсации нарушенных функций, по нейрохимии, интегративной деятель-111

ности нейрона и многие другие привели П.К. Анохина к формулировке общей теории функциональных систем [Анохин 1978, с. 49], охватывающей единым пониманием многие аспекты эволюции соотношений организма со средой, от зарождения жизни до развития социальных систем. Это единство вносится понятием результата как универсального системообразующего фактора: «Само появление устойчивых систем с чертами саморегуляции стало возможным только потому, что возник первый результат этой саморегуляции в виде самой устойчивости, способной к сопротивлению внешним воздействиям. Следовательно, регуляторная роль результата системы была первым движущим фактором развития систем, который сопровождал все эти этапы предбиологического, биологического и социального развития материи» [Анохин 1975, с. 339]. В работах нашей лаборатории теория функциональных систем получила развитие главным образом в исследованиях нейрональных основ поведения и психики. Результаты экспериментальной работы лаборатории отражены во многих публикациях сотрудников [Александров, Максимова 1985, Александров и др. 1986, Безденежных, Пашина 1987, Гаврилов 1987, Горкин 1987, Карпов 1984, Максимова 1979, Максимова и Александров 1987, Шевченко 1982 и др.] и в ряде обобщающих статей [Швырков 1978, 1987 и др.]. В настоящей же работе предпринята попытка представить развитие некоторых основных теоретических положений теории функциональных систем и разрабатываемый на ее основе системно-эволюционный подход к проблеме соотношения мозга, психики и сознания.

В развитие системных идей П.К.Анохина предлагаемый системно-эволюционный подход основывается, во-первых, на том, что единственной и общей для всех наук онтологией в настоящее время является теория эволюции; во-вторых, на том, что Вселенная состоит из систем — устойчивых объединений элементов — различного уровня сложности, и, в-третьих, на том, что соотношение систем со средой осуществляется функциональными системами — избирательными совокупностями элементов, активность которых обеспечивает устойчивость системы в соотношениях с определенной средой.

ЭВОЛЮЦИЯ, МОЗГ И ПСИХИКА

Проблема соотношения мозга и психики обычно представляется как психофизиологическая, причем психика и мозговые процессы рассматриваются как формы движения материи разного уровня. Поскольку уровни движения материи возникают в процессе эволюции Вселенной, рассмотрим возникновение мозга и психики с позиций системно-эволюционного подхода, который требует, чтобы любое явление выделялось для анализа в соответствии не с субъективными критериями, принятыми в той или иной традиционной науке, а с объективными эволюционными критериями — этапами изменения организации материи. Как считает Я.А. Пономарев, использование эволюционных критериев характерно для новой «действительно преобразующей формы познания» [1982].

По современным космологическим представлениям в эволюции Вселенной можно выделить два противоположных направления: с одной стороны Вселенная расширяется и остывает, что в конечном итоге должно привести к ее деградации [Шкловский 1979], с другой — в ней происходит увеличение организации материи, описываемое в общем виде в терминах неравновесной термодинамики [Пригожий 1985]. Организация материи началась сразу после Большого взрыва с объединения кварков в протоны, протонов и электронов в нейтроны и нейтронов и протонов в ядра гелия, дейтерия и лития [Берне 1986]. В дальнейшем образовывались самые разные ядра, но сохранялись только устойчивые [Слыш 1985]. Ядра, обрстая электронами, давали атомы, которые объединялись в молекулы с различным временем жизни, так что для дальнейшей эволюции оставались также только устойчивые объединения атомов.

На Земле объединения (полимеризация) молекул нуклеотидов и аминокислот дало полинуклеотиды и белки, причем полинуклеотиды в первичном бульоне оказались способными размножаться путем комплементарного матричного копирования (будущие гены) [Альберте и др. 1936, т.1, с. 21]. Началась биологическая эволюция, основными факторами которой до сих пор остаются случайные изменения полинуклеотидов (мутации) и ес-

тественный отбор тех из них, которые наилучшим образом приспособлены к выживанию и размножению в изменяющей среде. На этой стадии соотношения полинуклеотидов со средой могут быть выражены простой формулой, геном <-> среда.

Объединение полинуклеотидов, белков и мембранных фосфолипидов дало прокариотические клетки, которые эволюционировали в сторону накопления числа и разнообразия генов, так как выживание их в изменяющейся среде определялось генетическими программами, аккумулятивировавшими отобранные в эволюционном процессе адаптивные формы соотношения клеточных процессов со средой как удачные сочетания генов [Медников 1982, Dawkins 1978].

Селективная ценность накопления разнообразных генов ограничивалась, однако, конкурентными отношениями между самими генами внутри клетки за субстраты [Козлов 1983].

Образование эукариотических клеток из объединения прокариотических [Студитский 1981, Шопер 1981) увеличило число экспрессируемых генов в клетке за счет их пространственного разобщения и, следовательно, устранения конкуренции генов в разделенных мембранами различных частях ядра и дифференцированных органеллах клетки. Тем самым значительно повышалась устойчивость организма, так как в разной среде могли использоваться разные гены.

Объединения некоторых эукариотических клеток в многоклеточные организмы позволило еще раз увеличить число экспрессируемых генов за счет их пространственного разобщения в дифференцированных тканях многоклеточного организма, поскольку сама дифференцировка представляет собой «... способ пространственного разобщения продуктов несовместимых генов в многоклеточных организмах» [Козлов 1983, с. 54]. Это привело к еще большему возрастанию устойчивости в разнообразной среде таких организмов.

Активные адаптивные соотношения со средой у любого организма являются реализацией генетической программы его жизненных циклов, поэтому, опуская соотношение генов с протоплазматическими и мембранными процессами, на данной стадии эволюции формулу соотношения организма со средой можно представить так: геном <-> тело <-> среда. В этом случае имеют

место только процессы жизнедеятельности — физиологические процессы обмена веществом и энергией между телом и средой. Информационный обмен осуществляется между организмами на уровне геномов.

Следующее увеличение генома было достигнуто за счет устранения конкуренции генов не только в «пространстве» организма, но и во времени. Сначала временная регуляция экспрессии генов в разных тканях осуществлялась с помощью метаболитов, выделяемых во внутреннюю среду организма всеми клетками [Евгеньева 1976, Мертвцов 1986]. Затем у некоторых организмов образовались специализированные нервные клетки, в которых число экспрессируемых генов резко превышало число экспрессируемых генов в клетках других тканей и которые своей активностью осуществляли регуляцию экспрессии генов, т.е. метаболических процессов в разных тканях. С этого времени накопление экспрессируемых генов и, следовательно, возможных адаптивных соотношений организма со средой стало осуществляться главным образом в нервных клетках, что под давлением отбора вело к увеличению числа и разнообразия нейронов, так как число экспрессируемых в одной клетке генов оставалось ограниченным. Считается, что больше половины всех структурных генов, преодолевших барьеры эволюции, — это гены, кодирующие белки мозга млекопитающих [Hahn a. oth. 1982]. В мозгу мыши, например, экспрессируется около 140 тысяч генов, причем более 100 тысяч уникальны для мозга, что обуславливает огромное разнообразие нейронов [Hahn a. oth. 1982].

В развитие идей П.К.Анохина об интегративной деятельности нейрона [Анохин 1975, с. 347] мы отказались от представления об активности нейронов как реакции на синаптический приток и сформулировали общебиологическое представление о природе этой активности [Швырков 1985, 1986].

Как и любая живая клетка, нервная клетка в своем метаболизме реализует генетическую программу жизненного цикла, поэтому нуждается в определенных метаболитах, поступающих от других клеток. Потребности разных нейронов индивидуальны, так как в них экспрессируются индивидуальные наборы генов. Импульсная активность нервных клеток возникает при несоответствии потребностей определяемого генетической программой

метаболизма клетки и реально поступающих метаболитов из крови и от других клеток как при генетически обусловленном изменении метаболизма данной клетки, так и при изменении потока метаболитов, поступающих от других клеток.

Появление нервной системы изменило формулу соотношения организма со средой на геном <-> нервная система <-> тело <-> среда именно потому, что в ее клетках экспрессируется наибольшая часть всего генома. Таким образом, с эволюционной точки зрения мозг оказывается не телом, как долгое время считали физиологи, а своеобразным внутренним экраном, образовавшимся в процессе эволюции между генетической программой и ее выполнением через телесные процессы и изменения объективных внешних соотношений тела со средой. При сопоставлении с объективными внешними соотношениями тела со средой активность нервной системы оказывается одновременно и их внутренним, пристрастным, диктуемым потребностями генетической Программы (именно и только поэтому субъективным!) отражением и регулятором, т.е. психикой. Психика и нервная деятельность оказываются, таким образом, не последовательными этапами (или уровнями развития) материи, а лишь разными аспектами рассмотрения процессов одного и того же уровня, а именно специальных процессов организации ранее менее 'скоординированных физиологических процессов обмена энергией и веществом между организмом и средой. Поэтому психика и является «продуктом» не любой, а лишь особым образом организованной материи — мозга. Последовательными уровнями организации материи, отражающими этапы эволюции, являются физиологические телесные и регулирующие их нервно-психические процессы; для разделения нервных и психических процессов эволюционного основания не обнаруживается. Представлять же психические процессы «вне законов Земли», т.е. вне эволюции, значит» оставить материалистические позиции в психологии [Ломов 1984, с. 107]. Необходимо отметить, что к выводу о единстве и даже идентичности мозговых процессов и психики приходили многие исследователи, в том числе Г.Спенсер, И.М.Сеченов, И.П.Павлов, В.М.Бехтерев, И.С. Беритов, П.К. Анохин и другие, однако до последнего времени при сопоставлении, даже теоретическом,

психики как субъективного отражения объективного мира и психики как деятельности мозга возникали непреодолимые трудности (см. например, [Ломов 1984, с. 346 и далее]). Эти трудности были связаны с несопоставимостью традиционных онтологических представлений в психологии и нейрофизиологии. Психология давала описание «процессов субъективного отражения объективного мира», причем «... в терминах свойств и отношений внешних объектов» [Веккер 1974, с: 11], а физиология — описание деятельности мозга в терминах функций его элементов. Как мы уже отмечали [Швырков 1985], несопоставимость этих описаний неизбежно вела к дуализму. Не останавливаясь на критике структурно-функционального подхода в нейрофизиологии и процессуального подхода в психологии (она приведена в других публикациях) [Швырков 1978, 1985, 1986], отметим, что в результате исследований, проведенных в нашей лаборатории, установлено, что нейроны различных областей мозга животных специализированы не относительно каких-либо физиологических или психологических функций или процессов, а относительно элементов субъективного опыта, т.е. целостных поведенческих актов, как врожденных (например, вдох или открывание рта), так и приобретенных в ходе эксперимента (например, нажатие на одну определенную педаль) [Швырков 1985, Shvyrkov 1986]. Нейроны одинаковой специализации обнаруживаются в различных областях мозга, т.е. образуют целую функциональную систему, а разные мозговые структуры различаются не функциями, а специализацией нейронов относительно разных актов, причем древние структуры содержат, вероятно, нейроны только врожденных актов [Александров и др. 1986, Карпов 1984, Швырков 1987],

Заключение о специализации нейронов именно относительно элементов субъективного опыта основывается на том наблюдении, что поведенчески специализированные нейроны активируются при всех вариантах осуществления данного акта. Поскольку внешние объективные соотношения животного со средой, например при нажатии на определенную педаль, могут быть каждый раз разными, так как эти нажатия осуществляются животным из разных поз, левой или правой лапой и т.д., и «одним и тем же» этот акт является только в субъективном мире животного-

го, так как отражает этап его индивидуального обучения, то поведенчески специализированные нейроны сказываются специализированными именно относительно конкретного элемента субъективного опыта. Специализация нейронов относительно актов, а не функций или процессов объясняется тем, что и в фило- и в онтогенезе в процессах проб и ошибок формируются и подвергаются естественному отбору не функции или процессы, а соотношения организма со средой. В «проблемной ситуации» осуществляются самые разнообразные пробные акты. При этом акты, дающие нужный результат, т.е. решающие проблему, оказываются для животного одним и тем же адаптивным актом, а все ошибочные — также одним и тем же, но неудачным, и это — единственный способ для животного дифференцировать свои соотношения со средой, в то время как «сенсорные», «моторные» и т.п. процессы и функции являются лишь различными аспектами рассмотрения единого процесса поведения.

Специализация нейронов относительно элементов субъективного опыта означает, что 1) в мозговой активности отражается не «внешний мир», а соотношения конкретного организма с внешним миром и 2) отражение конкретного соотношения осуществляется просто активацией соответствующей системы нейронов. Поэтому описание деятельности мозга в терминах активности нервных элементов, специализированных относительно элементов субъективного опыта, есть одновременно и описание состояния субъективного мира. Следовательно, для разделения нервных и психических процессов у животных не обнаруживается не только эволюционного и теоретического, но и экспериментального основания . .

В развитие идей П.К-Анохина о системогенезе мы экспериментально показали, что приобретение нового поведенческого акта в обучении на нейрональном уровне выражается в специализации части прежде молчавших клеток резерва [Горкин 1987, Shvyrkov 1986] и вся совокупность функциональных систем поведенческих актов, т.е. разнообразно специализированных нейронов данного животного, отражает историю его соотношений со средой в фило- и онтогенезе [Швырков 1985, Швырков 1986, Shvyrkov 1986]. Резерв молчащих неспециализированных нейро-

нов одновременно и определяет, и лимитирует возможности обучения конкретного животного. Поведенческая специализация нейрона означает, возможно, его дополнительную «микродифференциацию», так как имеются некоторые данные об изменении экспрессии генов в нейронах в процессе обучения [Black 1984].

Поскольку связь обучения с усиленным синаптогенезом хорошо показана [Rosenzweig 1985], можно предположить, что новые системы формируются за счет усиления синаптических контактов вновь специализированных нейронов, причем не между собой, так как эти клетки находятся в разных отделах мозга, а, вероятно, с нейронами прасистем, которые включаются при достижении новых пробных актов и являются «внутренними» системообразующими факторами в обучении и определяют зависимость приобретения нового опыта от уже имеющегося старого. Из вышесказанного следует, что анализ активности нейронов в сопоставлении с внешним поведением является прямым методом объективного изучения субъективного отражения объективных соотношений организма со средой. Это субъективное отражение, или субъект поведения, состоит из функциональных систем поведенческих актов различного филогенетического и онтогенетического возраста. Данные системы активируются как изнутри организма, т.е. потребностями генетической программы, так и снаружи, т.е. текущими соотношениями организма со средой. Активации как от генома, так и от среды всегда начинаются с древнейших систем [Швырков 1987], что обуславливает постоянное «опережающее отражение действительности», [Анохин 1978, с. 7], поскольку внешнее «линейное» последовательное поведение представляет собой реализацию систем от новейших к древнейшим и в конечном итоге к удовлетворению потребностей клеточного метаболизма, сформировавшихся на заре жизни. Во время осуществления одного акта внешнего поведения сказываются одновременно активированными нейроны многих систем разного филогенетического и онтогенетического возраста, совокупность которых мы называем состоянием субъекта поведения, и внешнее поведение представляет собой проявление динамики состояния различных функциональных систем, определяемой экспрессией генов в разных нейронах, структурой межсистемных отношений, отражающей видовую и индивидуальную исто-

рию соотношений данного организма со средой и его реальными текущими соотношениями с конкретной средой.

С развитием нервной системы, таким образом, динамические соотношения организма со средой становятся не просто жизнью, т.е. обменом веществом и энергией, но и в полном смысле поведением, т.е. обменом еще и информацией, так как эти соотношения со средой осуществляются теперь и через нервно-психическую память — совокупность установленных в пробах и ошибках и аккумулированных в специализации нервных клеток адаптивных поведенческих актов.

Приведенные данные позволяют, как нам кажется, говорить о решении психофизиологической проблемы на уровне животных. Это решение открывает возможность изучать психику, т.е. состав и взаимоотношения элементов субъективного опыта животных объективными физиологическими методами.

ОБЩЕСТВО, СОЗНАНИЕ И МОЗГ

Анализ эволюционного процесса с системных позиций позволяет выделить некоторые общие системно-эволюционные принципы. Во-первых, системы высшего порядка сложности образуются путем иерархического объединения систем предыдущего уровня; при этом возможные адаптивные соотношения системы более высокого порядка со средой, определяемые комбинаторикой состояний ее элементов, изменяются качественно и получают возможность возрастать количественно. Во-вторых, функциональные системы образуют не иерархию, а историю, так как добавление новых функциональных систем не устраняет прасистемы, а лишь отодвигает их «в глубь истории». В-третьих, устойчивость систем определяется разнообразием их функциональных систем, и естественному отбору подвергаются не признаки, структуры или функции, а разнообразные соотношения систем со средой, так как именно они оказываются разрушительными или адаптивными для системы в целом.

В развитие идей П.К. Анохина о принципиальном изоморфизме систем разного уровня сложности [Анохин 1978, с. 84] эти же

принципы можно распространить и на дальнейшую эволюцию, и следующим уровнем систем признать объединение животных в семьи, группы, стаи, и т.п. Адаптивные соотношения этих систем со средой, или функциональные системы, проявляются как определенные видоспецифические формы зоосоциального поведения, такие, как совместное выведение потомства, общественные постройки или групповая охота. На стадии человека объединения особей в системы чрезвычайно усложняются за счет многократных объединений родов в племена, племенные союзы и тд. [Морган 1934] и образования государств и их объединений, что характерно для специфически человеческой социальной формы движения материи. Рассмотрение эволюции социальных систем выходит за рамки настоящего сообщения; нам важно лишь отметить, что, так же как системы других уровней, социальные системы организованы иерархически [Афанасьев 1980], социальные функциональные системы, накапливаемые обществом в процессах соотношений с природой и другими обществами и адаптивные для устойчивости и развития социального организма, отражают историю этих соотношений и в совокупности образуют общественное сознание. Сначала носителями таких функциональных систем, или общественных знаний, являются отдельные группы людей, осуществляющих определенную форму соотношения родового общества со средой, например добывание пищи или изготовление орудий труда. Эти функциональные системы подвергаются естественному отбору и фиксируются прежде всего в языке, а также в продуктах труда, коллективных представлениях и других составляющих «экзосоматической эволюции». При этом как «...эволюция религиозных представлений происходила не путем полной их смены, а путем наслаивания нового на сохраняющееся старое» [Рыбаков 1987, с. 754], так и эволюция современных научных представлений может быть рассмотрена как надстраивание все новых социальных функциональных систем над прасистемами (Поппер 1983, Тулмин 1984). То же справедливо и для языка на всех уровнях его рассмотрения. [Березин, Головин 1979, Журавлев 1986, Ярцева 1985]. Количество и разнообразие функциональных систем, которые может запастись общество, определяется количеством и раз-

нообразиям составляющих его членов и соответственно степени выраженности разделения труда. С появлением письменности накопление социальных функциональных систем, т.е. общественных знаний, становится практически неограниченным. Книги, однако, содержат лишь потенциальные социальные функциональные системы, так как любые знания могут быть использованы обществом, только когда их носителями оказывается какая-либо совокупность взаимодействующих людей, для которых эти знания являются одновременно индивидуальными. Предлагаемые системно-эволюционные представления о структуре общественного сознания реализуют традиционный для материалистического обществознания исторический подход и перекликаются с современными подходами как в естествознании [Пригожий 1985], так и в психологии [Асмолов 1986, Поршнева 1979, Принцип...1978]. Они ни в коей мере не решают проблемы структуры общественного сознания, но дают основание рассматривать с единых системно-эволюционных позиций как проблему соотношения психики и мозга, так и ту поистине головоломную задачу «...по вычленению, выделению самого предмета изучения — сознания, которое предстает перед исследователями в разных ипостасях...» [Любомирова, Толстых 1986], и позволяют избежать порочной «эмпирической многоаспектности» [Пономарев 1982] в описании феномена сознания и внести вклад в создание пока отсутствующей «...дееспособной методологии изучения реального состояния общественного (а стало быть, и индивидуального) сознания...» [Любомирова, Толстых 1986].

Индивидуальное сознание с древнейших времен и до сих пор часто рассматривается как «непосредственно данное», что имеет такие же основания «очевидности», как и движение Солнца вокруг Земли. При большом разнообразии современных психологии (деятельности, установки, общения, отношений, когнитивной, инженерной, психоаналитической и т.д.), использующих различные методы. И понятийные аппараты, во всех явно или не явно принимается старый интроспекционистский тезис, что «... психология ведет свои исследования методом самонаблюдения и в этом отношении не похожа на другие науки» [Спенсер 1897, с. 309]. Несмотря на общеизвестную сокрушительную критику интроспекции, в том числе и главным образом самими психологами,

нерешенность психофизиологической проблемы и невозможность вследствие этого использовать для объективного изучения сознания данные физиологии мозга по необходимости приводили к тому, что самонаблюдение и вербальный отчет и испытуемого оставляли с «су дом последней инстанции» при исследовании сознания.

С системно-эволюционных позиций, как и все человеческие знания, существующие представления о структуре индивидуального сознания являются социальными функциональными системами,

сформированными социальными организмами в ответ на запросы практики общения. Само выделение индивидуального сознания, или «души», возникло, вероятно, из необходимости прогнозировать поведение соплеменников как для успешной совместной трудовой деятельности, так и для распознавания возможных враждебных действий, для чего требовалось знать их «намерения». Уже в самых примитивных «коммуналах» [Роуз 1981] имеются обозначения психических процессов, свойств и состояний, которые не могли сформироваться иначе, как обобщенные статистические характеристики внешнего поведения человека и животных.

Современная психологическая терминология, будь то процесс восприятия, состояние внимания или свойство нейротизма, также отражает лишь характеристики внешнего поведения. Термин «эмоция», например, пришедший в интроспективную психологию как обобщение различных «чувств» первобытной и современной «бытовой» психологии, таких, как радость или гнев, относится к социальному внешнему поведению, которое характеризуется специфическими сигнальными признаками, такими как улыбка или виляние хвоста, угрожающие позы или рычание и т.п. Все современные «чисто психологические» методы изучения психики и сознания (экспериментальные, тестовые, опросники и т.п.) также принципиально могут характеризовать лишь внешнее (реальное или воображаемое) поведение человека в различных ситуациях. Что в действительности происходит в «субъективном мире», т.е. в голове испытуемого, остается полностью скрыто как от самого испытуемого, иначе объективная психология была бы просто не нужна, так и от психолога, иначе существовало бы не множество психологии, а одна объективная экспериментальная психология. Не зная истинных причин тех или

иных (даже собственных) поступков и состояний, люди видят их в субстанцированных обобщенных характеристиках внешнего поведения: «чувства толкают...», «разум повелевает...» и т.п.

Усвоение индивидом общесоциальных функциональных систем осуществляется главным образом через язык — исторически сложившуюся структуру социальных функциональных систем, фиксирующую совокупное общее дробление мира соответствующим обществом — носителем языка [Журавлев 1982]. Поэтому вербальный отчет о состоянии сознания может быть дан только в терминах социальных функциональных систем, усвоенных индивидом, что замыкает порочный логический круг и делает оправданным известное тютчевское «мысль изреченная есть ложь». Тот факт, что в одном сознании обнаруживаются многочисленные «Я» [Кон 1978], и диалогичность сознания [Джиллеспи и др. 1986] приводят к предположению, что иллюзия возможности «самонаблюдения» возникает при наличии «диалога», т.е. соотношения через речевую память, этих «Я». Тем самым объясняется зависимость результатов интроспекции от полученного через язык образования конкретного человека и «совпадение» этих результатов на протяжении тысячелетий с изменяющимися концепциями состава «души», психики и сознания. В развитие идей П.К. Анохина о «сквозном» значении результата как системообразующего фактора и на основании очевидной зависимости содержания индивидуального сознания как от окружающей культуры, так и от индивидуальной истории, логично принять, что единицами индивидуального сознания могут быть только такие, сначала пробные соотношения индивида с социальными функциональными системами, которые дают индивиду полезный приспособительный результат, т.е. удовлетворяющие какую-либо из его потребностей, поскольку человек ничего не может сделать, не делая это вместе с тем ради какой-либо из своих потребностей.

Таким образом, в отличие от поведенческих актов — опыта соотношения тела со средой — элементы индивидуального сознания представляют собой индивидуально преломленный через историю обучения конкретного человека опыт соотношения со средой социальных систем, так как именно функциональные системы общественного сознания усваиваются конкретным че-

ловеком в процессах социального и профессионального обучения и становятся индивидуальными знаниями, т.е. индивидуальными социальными функциональными системами, составляющими сознание, или личность, человека. Поэтому сущность человека как существа социального есть отражение всех общественных отношений. Следовательно, этапам эволюции соответствует не физиологическое и психическое, а индивидуально-средовая психика и индивидуально-социальное сознание.

С системно-эволюционных позиций очевидно, что нет ничего социального, что не было бы вместе с тем и (дополнительно организованным) биологическим, химическим, физическим и т.д.

Появление в эволюции систем высшего порядка организации не отменяет и не снимает развития систем предыдущего уровня, а, наоборот, требует такого развития. Многоклеточные организмы образованы клетками, несущими генетическую информацию о жизненном цикле всего организма, т.е. потенциально значительно более сложными, чем одноклеточные организмы или бактерии, любая сумма или не запланированная генетически внешняя организация которых не может дать многоклеточного организма. Прогрессивная биологическая эволюция видов и форм их поведения — это прежде всего эволюция генома [Мазин 1980] и числа и разнообразия нейронов и их связей в усложняющемся мозге, которые дают селективные преимущества организму именно в социальной системе, освоившей соответствующую экологическую нишу. Поэтому равно хорошо доказанные, обычно противопоставляемые друг другу утверждения о том, что биологическая эволюция идет на уровне генов [Dawkins 1978], популяций [Майр 1974], или биосферы в целом [Кордьюм 1982], в действительности не противоречат друг другу.

Возникновение в эволюции сообщества животных и зоосоциальных форм их поведения обусловлено, естественно, появлением соответствующих видоспецифических генов [Эрман, Парсоне 1984] и, как мы теперь знаем, видоспецифических нейронов, что объясняет легкость, с какой бобер, например, обучается строить плотину, и невозможность такого обучения зайца. Число и разнообразие нейронов запаса у высших животных, особенно социальных, определяет не только их способности к обучению в реальном поведении, но и «рассудочную деятельность»

[Крушинский 1977], т.е. способность совершать пробы и ошибки «в уме», не реализуя их во внешнем поведении, что имеет очевидную селективную ценность, особенно в «выработке стратегии» межиндивидуального поведения [Смит 1981].

Человек как биологический вид появился в результате перестроек в геноме его общего с другими гоминидами предка [Джиллеспи 1986]. Это способствовало образованию огромного мозга с большим разнообразием нейронов. Число нейронов человеческого мозга постоянно пересматривается в сторону увеличения, и в настоящее время принимается, что «...мозг человека состоит из 10 в одиннадцатой степени нейронов: это приблизительно столько же, сколько звезд в нашей Галактике. Не найдется и двух нейронов, одинаковых по виду» [Стивене 1982, с. 31]. Этот мозг, в свою очередь, обусловил возможность образования и развития специфически человеческих социальных систем.

Развитие человеческих обществ и способов производства в этих обществах привело к изменению формулы соотношения человеческого индивида со средой. В настоящее время в весьма упрощенной форме она может быть представлена как

геном <-> мозг <-> тело <->

культурная среда <-> общество <-> Вселенная.

Дополнительные обратные «стрелки» — непосредственные влияния Вселенной и среды на геном, соответствующие мутациям и встраиванию «прыгающих генов» [Кордюм 1982], отразили бы тот факт, что «генератором разнообразия» генов и, следовательно, нейронов и поведенческих возможностей организма является сама Вселенная, и на всех уровнях систем и функциональных систем естественный отбор имеет дело лишь с разными степенями адекватности отражения Вселенной. Это, в свою очередь, объясняет и соответствие поведения животных их экологическим нишам, и все большее соответствие действительности наших знаний о наблюдаемой Вселенной, и направленность индивидуального обучения на все более адекватное отражение объективной окружающей реальности.

Поскольку все потребности организма, в том числе и социальные потребности человека, являются по существу трансформированными потребностями генетических программ, экспрес-

сируемых главным образом в его нейронах, запас которых у человека огромен и включает специфические человеческие нейроны, то логично предположить, что именно активность разнообразных генов и нейронов определяет активность и разнообразие потребностей человека, направленность личности и постоянное стремление ее к самореализации, т.е. наиболее полному превращению генотипа в фенотип и наиболее полному использованию нейронов запаса. Таким образом осуществляется активное накопление все новых знаний и решение все большего числа разнообразных проблем, уже не имеющих прямого отношения к биологическому выживанию индивида. Именно индивидуальные решения предложенных обществом проблем, каждое из которых требует специализации части нейронов запаса относительно новых функциональных систем, вступающих в сложные межсистемные отношения с элементами прошлого опыта, и составляют, вероятно, сознание, или личность, человека. Отсюда следует, что изучение активности мозга человека в сопоставлении с историей его соотношений с общественным сознанием является объективным методом изучения структуры индивидуального сознания. Наиболее адекватным этой задаче было бы изучение специализации отдельных нейронов относительно образующих индивидуальное сознание функциональных систем субъективного жизненного опыта и затем на основе анализа динамики их активности выяснение законов

системообразования, межсистемных отношений, детерминации внешнего поведения составом активированных систем и т.д.

Пока еще скудные данные о нейрональной активности мозга человека показывают, что некоторые его нейроны в подкорковых областях специализированы, как и у животных, относительно конкретных поведенческих актов, таких например, как «произвольное поднятие и опускание контралатеральной руки» [Раева 1977, с. 22], а некоторые, по-видимому, специфически человеческие, нейроны в коре — относительно отдельных слов [Creutzfeldt & al. 1985j]. Это дает основание считать, что вывод о специализации нервных клеток относительно элементов индивидуального субъективного опыта и об идентичности психики и нервной активности справедлив и для индивидуального человеческого сознания и нервной активности, однако нервные клет-

127

ки, обеспечивающие сознание, обладают, вероятно, какими-то уникальными генетическими и метаболическими особенностями, впервые появляющимися в эволюции на уровне человека. Можно предположить, что грандиозность количества и разнообразие нейронов человеческого мозга создают небывалое до этого разнообразие противоречий между метаболическими запросами разных нейронов — двигатель индивидуального развития. Противоречия между нейронами — это противоречия и между элементами субъективного опыта, для устранения которых приобретает новый опыт, порождающий новые противоречия. Сложность межнейронных и межсистемных отношений должна приводить к тому, что среди «нейронов запаса» время от времени складываются функциональные системы, не имеющие никакого отношения к реальности, но согласующие противоречивые элементы жизненного опыта. Это могло бы объяснить появление человеческих фантазий и творчества, т.е. не только усвоение готовых социальных функциональных систем, но и образование новых «индивидуальных», которые при соответствующих условиях могут становиться общесоциальными. Возможность таких индивидуальных функциональных систем должна приводить к тому, что выбор конкретного поведенческого акта может осуществляться из индивидуально существующих альтернатив, например выбор шахматного хода. Конечно, этот выбор детерминирован соотношением состояний конкурирующих функциональных систем, но все они являются элементами субъективного мира. Следовательно, с внешней объективной точки зрения, выбор определенного хода есть проявление «свободы воли».

Грандиозность состава функциональных систем развитого сознания, способного отразить Вселенную и отрываться в фантазии от реальности, делает это сознание действительно микрокосмом. «Действуя и желая, мы вечно подчиняемся тирании внешних сил; но в мышлении, в стремлении мы свободны — свободны от других людей, свободны от маленькой планеты, по которой беспомощно ползают наши тела, свободны даже, пока живы, от тирании смерти» [Рассел 1987, с. 18].

Как любой фенотип, формирование индивидуального сознания — это взаимодействие генома и среды, в данном случае социальной. «Накопленный к настоящему времени огромный фак-

128

тический материал свидетельствует о том, что нет таких нервно-психических и поведенческих свойств, определяющих индивидуальные и личностные качества человека, которые не были бы подвержены межличностной генетической вариации» [Беляев 1987, с. 90]. В то же время именно социальная среда определяет, какие из генетических возможностей будут реализованы и какие социальные функциональные системы войдут в индивидуальное сознание. По-видимому, цельность и комфорт, а также активность личности в обществе в конечном итоге определяются тем, насколько согласованными или противоречивыми являются составляющие личность функциональные системы. Это зависит в первую очередь от степени непротиворечивости функциональных систем самого общественного сознания.

С установлением специализации нейронов относительно элементов субъективного опыта все эти гипотезы могут быть проверены экспериментально. Поскольку исследование активности корковых нейронов здорового человека, вероятно, всегда будет сопряжено с большими трудностями, мы попытались сделать более информативным такой общедоступный метод, как суммарная электрическая активность.

Сопоставление макропотенциалов ЭЭГ у животных с активностью нейронов под макроэлектродом позволяет говорить о соответствии позитивных отклонений потенциала увеличению числа активированных нейронов, причем более древних специализаций, а негативных — уменьшению общего числа с преобладанием новых [Гаврилов 1987], при этом активациям нейронов, специализированных относительно наиболее позднего в субъективном опыте животного акта — нажатия на педаль — соответствует максимальная негативность [Швырков 1987]. У человека активации словоспецифичных нейронов в нижневисочной области также совпадают с поверхностно негативным потенциалом, отводимым макроэлектродом [Creutzfeldt a. oth. 1985]. При сопоставлении потенциалов мозга человека с актограммами в различных видах поведения выяснилось, что во всех случаях (при двигательных ответах на стимулы [Максимова 1979], печатании на машинке [Безденежных, Пашина 1987] и игре в крестики и нолики [Максимова, Александров 1987]) осуществлению заданных инструкцией или самоинструкцией последовательных пове-

денческих актов соответствуют различно выраженные в разных отведениях негативные волны, а смене актов, когда активируется много древних и «лишних» систем, — позитивные колебания [Александров, Максимова 1985, Швырков 1987]. Эти новые факты, как и прежние данные, полученные при сопоставлении нейрональной активности с вызванными потенциалами у животных [Швырков 1978, 1983, Шевченко 1982] и человека [Кропотов, Пономарев 1986], позволяют, как нам кажется, утверждать, что полярность ЭЭГ-потенциалов на любом отрезке поведенческого континуума отражает соотношение в данное время активирующихся нейронов разной «возрастной» специализации, а амплитуда — степень активации нейронов новых (негативность) или древних (позитивность) специализаций и, следовательно, степень активации в данный момент тех элементов субъективного опыта, относительно которых специализированы нейроны данной области.

Хотя точные знания о специализации нейронов различных областей коры мозга человека относительно элементов его субъективного опыта могут быть получены только при изучении активности отдельных нейронов в сопоставлении с историей его воспитания, обучения и образования, установление нейронального и поведенческого значения ЭЭГ-колебаний позволит использовать и этот метод. В частности, при сопоставлении потенциалов различных областей коры в одном и том же поведении с известным составом активированных систем можно узнать, где преимущественно расположены составляющие их нейроны, а при сопоставлении потенциалов одной и той же области в разных видах поведения с активацией разных систем можно получить данные о том, нейроны какой специализации преимущественно содержит эта область. Это открывает возможность использовать ЭЭГ-метод в исследовании и корковой «локализации знаний» различного возраста и различных сторон жизни, и структуры речевого опыта, и соотношений различных частей фило- и онтогенетического опыта, т.е. психики и сознания человека. Определенные свойства и состояния совокупности функциональных систем, активируемых при определенном виде поведения, могут быть сопоставлены с различными «психическими процессами», а распределение нейронов различной системной специализации по мозговым структурам — с «функциональным значением» этих структур.

Своеобразие и сложность познавательной ситуации в психологии состоят в том, что «...с одной стороны, проблемы психологии относятся к области субъективных явлений, обычно противопоставляемых объективным, с другой — от нее требуется изучение объективных законов психики» [Ломов 1984, с. 106]. С установлением специализации нейронов относительно элементов субъективного опыта и идентичности мозговых и психических процессов психология получает возможность объективного изучения субъективного мира методами физиологии, которая «...одна держит в своих руках ключ к истинно научному анализу психических явлений» [Сеченов 1952, с. 195]. Поскольку настроения, самооценки, идеалы, понимание счастья и поступки людей во всех сферах жизни и деятельности определяются именно объективными законами субъективного мира, то знание этих законов, использованное на благо людей, может дать человечеству эффект, не меньший чем освоение космического пространства.

Синтез наук в настоящее время представляется необходимым условием прогресса, и, по-видимому, приближается время, когда «...естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука» [Маркс, Энгельс]. Этот синтез не может быть достигнут эклектическим объединением существующих наук, так как в них используются совершенно различные и несопоставимые традиционные онтологические представления. В частности, генетика характеризует человека в терминах наборов генов и «признаков», традиционная физиология — структур и функций, психология — психических процессов и качеств личности, социология — общественных отношений и т.д. Хотя идея эволюции принимается сейчас во всех науках, однако часто она приспособляется к традиционным категориальным аппаратам. Например, рассматривается эволюция метаболических реакций, физиологических и психических функций, культуры и научных понятий и т.д. Очевидно, что синтез различных наук возможен только на основе общей для всех наук онтологии. Такой онтологией в настоящее время является, по нашему мнению, именно системно-эволюционное видение мира.

Приведенное экспериментальное решение психофизиологической проблемы и теоретические разработки программы исследований сознания человека показывают, как нам представляется, что теория функциональных систем дала в руки исследователей действительно универсальный инструмент для изучения систем любого уровня и отношений между уровнями. Эта теория, обеспечивающая, по выражению П.К. Анохина «концептуальный мост» между активностью элементов и системы в целом, в настоящее время широко используется уже не только в различных областях физиологии [Альберте и др. 1986, Судаков U84], но и в генетике мозга [Системогенез...1983], в эмбриологии [Ата-Мурадова 1980], зоологии [Баскин 1975], психологии [Ломов 1975, Проблемы ...1980], лингвистике [Вероятностное...1973, Тимофеев 1980] и т.д., что говорит о тенденции этих наук к синтезу на единой основе.

Системно-эволюционное преобразование и синтез различных аспектов рассмотрения единого эволюционного феномена человека и его мозга позволяет связать единым пониманием мозговые процессы молекулярного, клеточного, организменного и «социального» уровня. Без этого невозможно решать такие комплексные проблемы, как проблемы развития и обучения, индивидуальных способностей и «разумных потребностей», детерминации нормального и отклоняющегося человеческого поведения, в том числе алкоголизма и наркомании и т.д. Человеческий фактор в настоящее время признается одним из ведущих в социально-экономическом развитии, в связи с чем психологии придается важное значение в обеспечении процесса перестройки. Очевидно, что эффективность использования психологии в общественной практике зависит от обоснованности психологических рекомендаций, которые, в свою очередь, определяются степенью разработанности психологической теории.

Достигнутые в последнее время в науке о мозге результаты, такие, как установление генетической детерминации поведения, клеточных и биохимических основ различных видов поведения, молекулярных и нейрональных основ памяти и т.д., а также открывающаяся возможность объективного изучения субъективной реальности должны быть использованы в психологии. Это позволит поставить психологические теории на прочный естественнонаучный фундамент и сделать более обоснованными и, следо-

вательно, более действенными их практические рекомендации как в области обеспечения социальных условий всестороннего развития личности, так и в области активизации человеческого фактора в социально-экономическом развитии.

Использование всех этих достижений в психологии может быть осуществлено на основе теории функциональных систем П.К. Анохина, 90-летие со дня рождения которого мы отмечаем.

133

ОБ ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЦЕННОСТЯХ С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННОГО ПОДХОДА (глазами психофизиолога)

«Мнение о недостаточности научного знания опирается на тот факт, что науке нечего сказать о «ценностях». С этим я согласен; но я не соглашусь с выводом, что этика провозглашает истины, которые наука не может ни доказать, ни опровергнуть. Поскольку общего мнения по вопросам морали нет, должен подчеркнуть, что все дальнейшее — мои личные убеждения, а я ни в коем случае не хотел бы, чтобы их принимали за точку зрения науки» [Рассел 1987].

«Жизнь мира совершается по чьей-то воле — кто-то этою, жизнью всего мира и нашими жизнями делает свое какое-то дело., Чтоб иметь надежду понять смысл этой воли, надо прежде всего исполнять ее — делать то, чего от нас хотят» [Толстой 1983]. j

Проблема смысла существования, «правильных» и «ложных» ценностей отдельного человека, объединений людей и человечества в целом традиционно считается философской. В философии, однако, до сих пор не выработан даже единый подход к этой проблеме. Философских этических учений, вероятно, не меньше, чем религиозных этических систем и практических этик, существующих в разных культурах (Дробницкий 1974, Поппер. 1983). Попытки вывести «общечеловеческие ценности» как нечто общее для всех этих учений, систем и этик или определить их путем опросов представляются неубедительными, так как сохраняют все недостатки уже существующих учений.

Общечеловеческие ценности — как мы понимаем — это объективно правильные ценности, и возможность их установления всегда связывалась с проблемой космического обоснования «абсолютной» этики. На наш взгляд, эти ценности можно попытаться определить только исходя из решения проблемы космического предназначения человеческого разума. Это предназначение разума в свою очередь можно попытаться установить, рассмотрев его появление в эволюции и место в эволюционирующей Вселенной.

Разум человека связан с активностью его мозга, и именно мозговые процессы определяют в конечном итоге познавательные способности человека (в том числе его понимание мира и своего места в нем) и детерминацию (в том числе ценностную) его поведения. Поэтому необходимо рассмотреть проблему общечеловеческих ценностей с позиций психофизиологии.

Для обсуждения наших проблем представляется важным, что с момента Большого взрыва (20 млрд. лет назад) Вселенная эволюционирует в двух направлениях: 1) она расширяется и остывает, т.е. в ней происходит уменьшение энергии, что в конечном итоге (через 20 млрд. лет) должно привести к ее деградации; 2) в ней происходит возрастание организации материи, описываемое в общем виде неравновесной термодинамикой [Пригожий, 1985]. Это возрастание организации мы будем называть прогрессивной эволюцией.

С позиций системно-эволюционного подхода, подробно изложенного в предыдущих публикациях [Швырков 1985, 1987, 1988, 1989], для целей настоящей работы прогрессивную эволюцию можно рассматривать как процесс усложнения систем, т.е. последовательную интеграцию систем предшествующего уровня организации в системы более высокого порядка. На Земле, где зародился разум человека, примерами таких систем являются атомы, молекулы, клетки, многоклеточные организмы, интеграции организмов, общности людей и человечество в целом.

Системы любого уровня взаимодействуют с определенными изменениями среды с помощью активности определенных же наборов своих элементов. Эти фиксированные наборы, обеспечивающие стабильность системы как целого в соотношениях с теми или иными изменениями среды, мы, несколько расширяя исходное

значение термина, введенного П.К. Анохиным -[1975], называем функциональными системами. Их совокупность образует память системы и определяет ее возможности адаптивно взаимодействовать со средой. Адаптивность задается тем, что функциональные системы обеспечивают определенные соотношения системы с определенными изменениями среды — результаты, гарантирующие ее устойчивость. При усложнении систем их соотношения со средой, или функциональные системы, изменялись качественно и получали возможность возрасти количественно, что увеличивало устойчивость, или адаптивность, систем. Эти закономерности можно проследить на всех уровнях организации материи, но мы рассмотрим их, начиная с живых систем, магистральное развитие которых привело к появлению человека и его разума.

РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ И ИХ СООТНОШЕНИЙ СО СРЕДОЙ

Возникновение жизни в настоящее время связывают с объединением (полимеризацией) молекул нуклеотидов в полинуклеотиды и аминокислот в белки, причем уже в первичном бульоне полинуклеотиды (будущие гены) оказались способными размножаться путем комплементарного матричного копирования и строить соответствующие белки из аминокислот (экспрессия генов). Эти образования дали начало прокариотическим клеткам, объединения которых создали предпосылки для эволюции эукариотических клеток и затем — многоклеточных организмов. Все это усложнение определялось усложнением геномов, аккумулировавших удачные сочетания генов, обеспечивавшие выживание организмов в изменяющейся среде и в условиях жесточайшей конкуренции, которая уже имелась в первичном бульоне [Dawkins 1978].

Дифференцировка клеток, являющаяся результатом конкуренции генов за субстраты [Козлов 1983], привела к появлению у некоторых из многоклеточных организмов нервной системы, клетки которой, регулируя экспрессию генов и метаболические процессы в других тканях, оказались в привилегированном положении в организме. Число генов, экспрессируемых в нервных

клетках, значительно превосходит число генов в других тканях тела [Dawkins 1978, Hahn a. oth. 1982].

Как мы уже неоднократно отмечали, появление нервной системы (именно потому, что в ее клетках экспрессируется наибольшее число генов) привело к изменению формулы соотношения организма со средой: вместо «геном <-> тело <-> среда» стало «геном <-> нервная система <-> тело о среда». Это означало появление в эволюции психики, так как нервные процессы оказались одновременно и субъективным отражением объективных соотношений тела со средой, и их регулятором, т.е. психикой [Швырков 1989].

Активность нервных клеток служит выполнению генетических программ жизненных циклов организма, она возникает, когда потребности нейрона в определенных метаболитах, обусловленные активностью его генома, не удовлетворяются. Эта активность приводит к активации других связанных с данным нейроном клеток, к изменениям телесных процессов и соотношений тела со средой, т.е. к осуществлению определенного внешнего поведения. Результат этого поведения — новое соотношение со средой — может изменить приток метаболитов к данному нейрону и согласовать его с потребностями генетической программы. Тем самым будет выполнена какая-то часть программы данного нейрона и организма в целом. Сопоставление результатов наших исследований с данными литературы убеждают в том, что нейроны специализированы именно относительно таких поведенческих актов [Швырков 1987, 1989, Shvyrkov 1990].

«Молчашие» клетки представляют собой «запас» и, как показывают наши эксперименты, специализируются в процессах индивидуального обучения относительно приобретаемых поведенческих актов [Горкин 1987]. При этом очень важно отметить, что нейроны «запаса» уже заранее генетически преспециализированы относительно возможных для данного животного поведенческих актов. Специализация означает только, что преспециализированный нейрон становится активным при формировании соответствующего поведения [Швырков 1987, Shvyrkov 1990]. Например, нейроны, преспециализированные относительно сексуального поведения, становятся активными лишь на определенной стадии онтогенеза, когда приобретается сексуальный опыт.

137

Чем больше количество и разнообразие нейронов «запаса», тем больше адаптивных актов может запастись данный организм в процессах обучения. Неиспользуемые нейроны «запаса», по-видимому, постепенно отмирают, а чем больше нейронов специализируется, тем больше нейронов «запаса» может быть сохранено. Специализация устанавливается, вероятно, за счет дополнительного синаптогенеза, который хорошо прослеживается при обучении. Известно также, что нейроны, не устанавливающие нужных связей в онтогенезе, гибнут. Таких нейронов в разных структурах насчитывают от 15 до 85% [Коуэн 1982]. Поэтому детеныши, воспитанные в одиночестве и обедненной среде, отличаются от детенышей, воспитанных в обогащенной среде, меньшими толщиной корковых слоев, числом нейронов в коре и связей между ними и худшими способностями к дальнейшему обучению [Rosenzweig 1985].

Новые элементы памяти наслаиваются на врожденную основу. Между нейронами различных специализаций и, следовательно, разными элементами памяти существуют как облетающие, так и тормозящие взаимовлияния, которые лежат в основе различных ассоциаций, в том числе и «условных рефлексов» [Горкин 1987, Горкин, Шевченко 1991]. Все процессы, которые происходят в мозгу во время поведения, — это изменения состояний субъективного мира, определяемые экспрессией генов в нейронах, специализированных относительно различных элементов индивидуальной субъективной памяти, отношения между ними и реальными соотношениями тела со средой. Вся индивидуальная память животного представляет собой «расширение» возможностей удовлетворения его первичных биологических (витальных) потребностей, т.е. исходных соотношений тела с основными факторами среды: гравитацией, температурой, химическими веществами, обеспечивающими метаболизм (такими, как кислород, вода, аминокислоты, глюкоза и тд.). Все существование организма с нервной системой остается направленным на то, чтобы размножить свои гены и увеличить их количество в генофонде; организмы и соответственно гены, проигравшие в конкуренции, просто исключались из популяции и ее генофонда [Dawkins 1978].

Эволюция соотношений организмов со средой неизбежно определяется эволюцией геномов [Джиллеспи и др. 1986], в пер-

вую очередь увеличением числа и разнообразия экспрессируемых генов в нервной системе. Как известно, в филогенезе мозга новые структуры добавляются к уже существующим. Этот процесс является результатом генетической изменчивости, т.е. вызывается обязательными изменениями в геноме. При этом естественный отбор имеет дело не с морфологическими новообразованиями самими по себе, а с новыми поведенческими актами, которые становятся возможными лишь с использованием клеток данных новообразований. Как показали наши исследования, реализация любого «отдельного» акта внешнего поведения представляет собой рекапитуляцию в течение сотен миллисекунд всей истории формирования этого акта, включая не только историю индивидуального обучения, но и всю эволюционную историю поведения вида, зафиксированную в специализациях нейронов древних структур (например, спинного мозга), непосредственно связанных с регуляцией телесных процессов [Shvyrkov 1990].

Животные с развитой нервной системой руководствуются в поведении именно состоянием нервной системы. Все, что способствует собственному «процветанию», оставлению как можно большего числа потомков и гарантии их успеха в борьбе за выживание, соответствует «удовольствию», а все, что этому препятствует — неудовольствию. Эти состояния часто связывают с активацией специальных «эмоциональных» структур мозга и уменьшением или увеличением выделения эндорфинов. Наши данные, однако, показывают, что «мотивациям» и «эмоциям» соответствуют активация и торможение различно специализированных нейронов практически во всех областях мозга [Shvyrkov 1990]. Учитывая, что нейроны обмениваются огромным числом разнообразных метаболитов [Nemeroff 1986], трудно согласиться с тем, что удовольствие и неудовольствие зависят только от какого-либо одного из них, хотя инициация того или иного поведения действительно может определяться небольшим числом специфических веществ, вызывающих активность специализированных нейронов. Например, стремление животного к совершению полового акта исходно детерминировано гормонами и активацией нейронов полового поведения, что соответствует «неудовольствию» и мотивации, обеспечивающей слож-

ное поведение (ухаживание и т.д.)» включающее уже самые разнообразные нейроны с соответствующими метаболизмами. Прекращение активности этих нейронов при достижении определенных результатов будет соответствовать «удовольствию», или положительной эмоции.

Несколько антропоморфизируя, мы можем сказать, что животные руководствуются в поведении принципом гедонизма, который в природных условиях соответствует выполнению задачи выживания и размножения. На уровне нервных клеток двигателем поведения и обучения, а также источником субъективного комфорта и дискомфорта являются противоречия между метаболическими потребностями различных нейронов, в которых экспрессируются разные наборы генов. И поведение направлено на минимизацию противоречий между нейронами. Противоречие между специализированными нейронами — это противоречие и между элементами субъективного опыта; оно вызывает внешнее поведение, устраняющее это противоречие. Новые, не встречавшиеся в прошлом противоречия вызывают поисковое поведение и специализацию новых нейронов «запаса», вступающих в сложные взаимоотношения с прежде специализированными нейронами и своей активностью обеспечивающих новое поведение, устраняющее противоречия между нейронами. В ситуации, когда это успешное поведение не удастся отыскать методом проб и ошибок, противоречия между нейронами устраняются за счет активности нейронов других видов поведения, происходят отказ от поиска и смещенная поведенческая активность. В случае же повторения таких фрустрирующих ситуаций нейроны неудачного поведения, по-видимому, гибнут так же, как гибнут в онтогенезе нейроны, не сумевшие установить нужных связей. У высших млекопитающих, особенно хищных, запас «молчащих» нейронов настолько велик, что позволяет совершать пробы и ошибки «в уме», не реализуя их во внешнем поведении, что лежит в основе «рассудочной деятельности» животных [Крушинский 1977]. Понятно, что это дает существенный выигрыш в экономии нервной и мышечной энергии, увеличивает продолжительность жизни и возможный репродуктивный успех организма.

РАЗВИТИЕ СООБЩЕСТВ ЖИВОТНЫХ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Как известно, организмы самых разных уровней развития объединяются в сообщества (например, некоторые бактерии и эукариотические клетки; млекопитающие, образующие группы, семьи, стаи и т.д.) Эти объединения можно считать следующим — по сравнению с организмическим — уровнем организации материи, системами более высокого порядка. Функциональные системы в таких системах проявляются в адаптивных соотношениях сообществ со средой, таких, как совместная охота, общественные постройки, совместное выведение потомства и т.д. Внутри сообщества каждая особь получает выгоды в смысле экономики индивидуального поведения и в то же время находится в жесточайшей конкуренции с каждой другой особью. Эта конкуренция намного выше, чем между особями разных видов, ибо особи одного и того же сообщества конкурируют за одни и те же ресурсы. Тем не менее, R.Dawkins [1978] отмечает: «Если животные живут группами, значит, их гены больше выигрывают от этого, чем им приходится платить». Гены реализуют свою активность через активность соответствующих нейронов. Следовательно, существует с во е о б р а з н а я э к о н о м и к а нервной активности, учитывающая ее «затраты», телесную усталость и «доход», который может дать внешнее поведение. И выигрыш, и плата оцениваются все той же вероятностью репродуктивного успеха.

В отношениях между членами сообщества действуют определенные правила, которые можно назвать «видоспецифичными этиками». Этих правил поведения придерживается большинство членов сообщества; они являются результатом естественного отбора различных стратегий поведения и называются «эволюционно-стабильными стратегиями». В конфликтных ситуациях эволюционно-стабильными стратегиями оказываются, например, «сильный — нападай, слабый — убегай», или «если твой иерархический ранг выше — нападай, если ниже — убегай» [Dawkins 1978].

Во многих сообществах, в частности, в группах шимпанзе, кроме ярко выраженных, эгоистичных конкурентных отношений существуют и альтруистические отношения. Группа шимпанзе состоит из близкородственных самцов, охраняющих свою

территорию, и пришлых самок. В группе всегда имеется «родственный альтруизм», т.е. альтруизм по отношению к родственникам, которых шимпанзе легко распознают и как детей и родителей, и как сестер и братьев. Кроме родственного, наблюдается также «взаимный альтруизм», соответствующий выражению «ты — мне, я — тебе». Он проявляется во взаимном груминге и даже в помощи одного самца другому при спаривании. Отмечено, что взаимный альтруизм обычно наблюдается между одними и теми же особями. Это связано с тем, что взаимный альтруизм также является эволюционно-стабильной стратегией, в частности, помогающий должен быть уверен, что тот, кому он оказывает помощь, в свое время придет на помощь и к нему [Гиглиери 1985]. Все виды альтруистического поведения также являются эволюционно-стабильными стратегиями. Эволюционно-стабильные стратегии — это такие стратегии и правила поведения, которым следует большинство членов сообщества. Кто не выполняет этих правил, наказывается естественным отбором и оставляет меньше потомков, чем «законопослушные» члены сообщества.

У шимпанзе существует Групповая «этика», т.е. различные правила поведения относительно членов своей группы и чужих. Взрослые самцы шимпанзе, обнаружив, что территория соседней группы плохо охраняется, нападают на эту территорию, убивают самцов и детенышей, забирают самок [Гиглиери 1985], обеспечивая распространение в генофонде вида шимпанзе именно своих генов и препятствуя распространению чужих.

В основе всех этих видоспецифических форм поведения оказывается экспрессия видоспецифических генов [Рьюз, Уилсон 1982, Wilson E. 1975]. Поскольку гены в поведении могут реализовать себя только через активность соответствующих специализированных нейронов, то у животных должны быть нейроны, специализированные для узнавания и дифференциации сородичей, их места в иерархии и намерений. Такие нейроны действительно были обнаружены. У кроликов имеются нейроны, специализированные относительно различных видов социальных контактов между двумя животными, причем в коре головного мозга их больше, чем нейронов, которые специализированы относительно индивидуальных поведенческих актов [Швыркова.

Андрушко 1990]. У обезьян найдены нейроны, специализированные относительно различных этапов сексуального поведения [Omura a. oth. 1983], у овец и обезьян — относительно различных «лиц», причем у овец существуют нейроны, специализированные относительно безрогих самок и самцов с разными по величине рогами, что соответствует их иерархическому статусу, и относительно людей и собак [Kendrick, Baldwin 1987].

Интересно, что относительно людей и собак специализированы одни и те же нейроны. Это означает одинаковую для овец поведенческую значимость людей и собак. У обезьян показаны нейроны, специализированные не только относительно конкретных лиц, но и выражений этих лиц (гаев, радость и т. д.) [Brothers 1990].

Различные стратегии социального поведения, как и организация индивидуального поведения, т.е. непосредственного соотношения животного со средой, находятся в определенных облегчающих и тормозящих отношениях, в основе которых лежат соответствующие соотношения между нейронами различных специализаций. Выбор той или иной стратегии всегда связан с риском, и проигравший платит очень дорого — не оставляет потомства.

Таким образом, «ценности жизни» могут быть видоспецифическими и включают сохранение сообщества своего вида. Но индивидуальный смысл жизни, о котором животное, естественно, не имеет ни малейшего представления, остается таким же, как у животных, ведущих одиночный образ жизни, а именно — репродуктивный успех и распространение своих генов в генофонде (у млекопитающих это обычно зависит от продолжительности жизни, способности к конкуренции и альтруизму, а также способности не только производить, но и выращивать потомство) [Dawkins 1978].

МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В ЭВОЛЮЦИИ

В настоящее время мало кто сомневается в том, что «антропогенез — звено единой эволюционной магистрали, т.е. линии совершенствования организации материи во Вселенной», причем «магистраль» обозначает «линию развития, ведущую к разу-

му, т.е. линию потенциально неограниченного прогресса» [Зубов 1985].

Вид Homo Sapiens появился в эволюции в результате некоторой мутации в геноме предка, общего с другими гоминидами; человека и шимпанзе отличают всего полпроцента генетического материала [Джиллеспи и др. 1986]. Этого, однако, оказалось достаточно для большого (по сравнению с шимпанзе) мозга человека с огромным числом и разнообразием нейронов [Стивене 1982]. С самого момента рождения человек оказывается в обществе, имеющем созданные предыдущими поколениями общественное сознание и культуру. Поэтому его нервные клетки должны специализироваться относительно видоспецифического для человека окружения, т.е. некоторых усваиваемых в процессах воспитания и обучения элементов культуры, образующих индивидуальное сознание. В настоящее время в гиппокампе человека обнаружены нейроны, специализированные относительно отдельных лиц и отдельных слов [Heit a. otli. 1988]. Еще более специализированными относительно слов оказались нейроны в височной доле коры головного мозга человека [Creutzfeldt a. oth. 1989, 1978].

Очевидно, что слова являются усвоенными элементами культуры. Это означает, что заключение об идентичности мозговых процессов и психики, доказанное для животных, может быть правильным и для сознания человека; однако сознание человека требует некоторых специальных человеческих генов и нейронов как добавку к животному мозгу предка. Поэтому, хотя люди наследуют все потребности животных и «все животное человеку не чуждо», по мере развития человечества и культуры формула поведения для него становилась все более сложной. В настоящее время в весьма упрощенной форме она может быть выражена следующим образом:

геном <-> человеческие нервные клетки <->

животный мозг предка <-> тело <-> социокультурная среда <->

человечество <-> Вселенная.

Идентичность соотношения связанных с событиями потенциалов с временными интервалами поведенческого акта у животных и человека [Максимова, Александров 1987] свидетельствует о том, что организация поведенческого континуума и, сле-

довательно, динамика содержания активного сознания человека, возможно, имеют те же законы и детерминированы такими же межсистемными отношениями, которые наблюдаются у животных. Это может быть в силу того, что поведение человека в конечном итоге детерминировано активностью его генов. Например, в случае сексуального поведения, когда на определенной стадии развития начинают экспрессироваться «гены сексуального поведения» и производиться гормоны, которые активируют специальные нейроны. Благодаря успехам социобиологии эта точка зрения на детерминацию поведения человека становится все более популярной [Рьюз, Уилсон 1987, Dawkins 1978, Wilson 1975].

Очевидно, что между активностью генов и поведением существуют промежуточное звено — активность специализированных нервных клеток. Это означает, что двигателем активности и индивидуального развития человека, так же как и у животных, являются противоречия между метаболическими потребностями разных нервных клеток.

Как любой феногенез, развитие индивидуального сознания является результатом взаимодействия генома и (социокультурной) среды. У человеческих детей, так же как у детенышей животных, наблюдается корреляция между количеством и разнообразием нейронов мозга и способностью к обучению. Изучение детей, рожденных матерями, которые во время беременности испытывали дефицит белкового питания (белки необходимы прежде всего для развития мозга, поскольку скорость формирования нейронов у плода очень высока — 25 тыс. в минуту), показало, что они имеют менее развитую кору и меньшие интеллектуальные способности, чем нормальные дети [Шнеор 1976]. Все болезни человека, связанные с дефицитом памяти и деменцией, связаны также с гибелью нейронов [Greenough, Schwark 1984, Hansel a. oth. 1988, Martin 1982]. Гибель нейронов, «предназначенных» быть

специализированными относительно слов, может объяснить «феномен Маугли». Все это показывает, как нам кажется, что способность человека к обучению прямо связана с числом и разнообразием его нервных клеток, что специализация некоторой части клеток резерва сохраняет другие клетки в живых и расширяет возможности для будущего обучения. Как и

фрустрирующие ситуации, «не востребованность» каких-либо генетически преспециализированных нервных клеток в критические периоды развития ведет к их гибели. Так же как высокоразвитые животные, человек обладает огромным резервом «молчащих» неспециализированных клеток для формирования адаптивных поведенческих актов в непредсказуемо изменяющейся среде, который используется для осуществления проб и ошибок «в уме». Огромное число и сложность нейронов и отношений между ними, разнообразие метаболических противоречий между клетками человеческого мозга, вероятно, привели к ситуации, когда главные события в нем происходят именно в популяции клеток, не использованных в прошлом жизненном опыте. И это может быть основным биологическим отличием мозга человека от мозга животных, обуславливающим возможность специфически человеческого сознания. Возможно, что такие неспециализированные резервные клетки используются для построения жизненных планов, мечтаний, фантазий и т.д., которых у животных, вероятно, нет. Эти элементы творчества, не связанные прямо с реальностью и усвоенными элементами культуры, могут тем не менее иметь огромное значение, так как устраняют противоречия между различными и действительно противоречивыми элементами сознания. Поэтому они сохраняют соответствующие нейроны в живых, что в субъективном плане будет соответствовать переходу от фрустрации и неудовольствия к позитивной эмоции и спокойствию. Это может быть путь создания мифов, религий, теорий, идеологий и т.д.

Межсистемные и межнейронные отношения в мозге людей также являются специфически человеческими и обуславливают специфически человеческие способности к речи и счету, определенным логическим операциям и предвидению отдаленных последствий своих поступков и т.д. В основе же определенных межнейронных человеческих отношений лежат, по-видимому, генетически предстерминированные «эпигенетические правила» [Рьюз, Уилсон 1987, Wilson 1975 1, сформированные естественным отбором. Несмотря на появление специфически человеческих нейронов и изменение формулы соотношения со средой, индивидуальный эволюционный смысл существования человека остается таким же, как и у животных, а именно (уже осознанно)

родить и вырастить детей для распространения своих генов в генофонде. При этом, как и животные, человек в своем поведении руководствуется принципом гедонизма.

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ОБЩЕСТВ И ПОНЯТИЙ О ЖИЗНЕННЫХ ЦЕННОСТЯХ

Данные о развитии человеческих обществ мы можем получить, как и философы, из истории и гуманитарных наук, однако есть возможность сопоставить их еще и с данными об организации активности нейронов мозга животных и мозга человека. Именно появление в эволюции человеческого мозга обусловило возможность появления специфически человеческих сообществ и уже как следствие этого, развитие способов производства и культуры.

Устройство ранних человеческих общностей, вероятно, мало чем отличалось от устройства сообществ шимпанзе. Так, и у австралийских аборигенов [Роуз 1981], и у разных племен американских индейцев [Морган 1934], и у некоторых племен Индонезии [Домогацких 1980], и у чукчей [Крушанов 1987] наблюдалась «шимпанзеподобная» стадия.

Так же как между соседними группами шимпанзе, между соседними племенами наблюдались частые войны, заканчивающиеся убийством побежденных мужчин и захватом женщин [Крушанов 1987, Морган 1934]. На более развитой стадии убийство сменялось кастрацией мужчин и обращением их в рабство [Экскемелин 1968]. В древнем мире осознали, что рабов можно размножать, и кастрацию заменил особый режим их содержания. Вся последующая история человечества изобилует войнами между племенами и государствами с теми же, хотя и модифицированными целями: захват не только территории и женщин, но и имущества и мужчин-рабов, источников сырья и рынков сбыта и т.п.

С развитием человеческих обществ очень усложнилась их иерархическая структура. У австралийских аборигенов мужчины делились только на старших и младших, но уже в древнем мире было много ступеней иерархии, а средневековье разделило людей на множество сословий и каст [Блок 1986]. В настоящее время между «низшими» и «высшими» слоями человеческих обществ

существует очень много градаций; однако для целей настоящей работы важно лишь то, что никакое сообщество никогда не было и не может быть однородным и всегда содержит элиту. Так же как и у животных, в человеческих обществах существуют и конкуренция, и кооперация, обусловленные эгоизмом и альтруизмом. Этим обстоятельством, по-видимому, можно объяснить смену элит. Сначала в результате жесточайшей конкуренции ее составляют наиболее эгоистичные и продуктивные члены сообществ; затем их родственный и взаимный альтруизм приводит в элиту самых разных людей, и она становится паразитической. Существуют, таким образом, противоречия в интересах между обществом в целом и членами элиты, способствующими отбору в нее своих, не обязательно наиболее продуктивных, родственников и сторонников. Когда такой отбор определяется самой элитой, ее представители постепенно делаются даже хуже средних членов общества и не в состоянии обеспечивать его интересы [Ефимов 1988, Хайек 1990], Это в конце концов приводит к социальному взрыву и смене состава элиты.

Люди, занимающие различные места в иерархии, придерживаются по многим пунктам противоположных правил поведения, т.е. разных этик.

Официальные летописи и элитарное искусство, с одной стороны, народный фольклор о глупых господах и удачно обманывающих их простолюдинах — с другой, утверждали совершенно разные этики. И в настоящее время правила поведения банкира и безработного или высокопоставленного чиновника и нищего ученого во многом различны.

Элита всегда диктовала значительную часть правил поведения с помощью различных принуждений и табу, вплоть до регламентации деталей одежды, всегда выдавала свою этику за этику всего общества. Это, в частности, проявлялось в пропаганде деятельности власти якобы «на благо всего народа», в требованиях героизма и самопожертвования в войнах «за Отечество», в призывах к «самоотверженному» труду и в лозунгах типа «Германия превыше всего».

Этики всех слоев общества развились из эволюционно-стабильных стратегий, наблюдающихся уже в сообществах животных, и также под воздействием естественного отбора: кто не следовал правилам, обязательным для соответствующего слоя об-

щества, наказывался естественным отбором (персонифицированным в лицах, занимающих более высокое положение) — бывал казнен, не оставлял потомков и не распространял свои гены в генофонде. «Общечеловеческие ценности», т.е. такие ценности, за которые идет жесточайшая конкуренция, можно было бы суммировать как некрасовские «покой, богатство, честь», которые гарантируют репродуктивный успех как самого человека, так и его потомства или жизнь как сплошное удовольствие.

Всегда, однако, существовали и «диссиденты», или «лишние люди» {Асмолов 1986J, которые (часто тайно) отвергали общепринятые ценности и разрабатывали собственные. Эти люди выходили на передний план в кризисных ситуациях. В ситуациях такого рода многие люди не могут обеспечить даже минимальной гарантии выживания ни себе, ни потомству, поэтому они начинают видеть выход не в попытках пробиться в элиту, а в переустройстве общества. Старая мораль отрицается, и возникают революционные этики, основанные на правиле: «благо есть то, что служит революции или вредит старому порядку; зло есть то, что вредит революции и служит старому порядку» [Зайцев 1984].

Формирование «моральных ценностей» связано с одним очень важным «фактором беспокойства», появившимся только в человеческом сознании и в течение всей истории играющим весьма важную роль в социальном развитии и детерминации поведения людей. Развитие речевой коммуникации и возможность наследования знаний предыдущих поколений привели человека к осознанию его смертности. Уже на самой ранней стадии развития обществ людей основным — и весьма мучительным — противоречием человеческого сознания (как индивидуального, так и общественного) стало противоречие между желанием жить вечно и знанием о неизбежности смерти. Грандиозность количества и разнообразия нейронов «запаса», который, как мы уже отмечали, используется для согласования потребностей нейронов, специализированных относительно противоречивых элементов сознания, обусловила создание религий и философий, так или иначе устраняющих это противоречие, в том числе с помощью специального поведения, такого, как принесение жертв и совершение молитв и обрядов, построение капищ, египетских пирамид, церквей, мечетей и т.д.

149

Это означает, что, кроме «материальных» ценностей (общих с животными), у человека появились «постматериальные» ценности, обусловленные желанием получить бессмертие в том или ином религиозном смысле или «в памяти потомков», в зависимости от того, какие ценности приняты в разных культурах. Реализация поведения, направленного на достижение этих целей, такого, как благотворительность, соблюдение постов, молитвы и т.д., дает человеку глубокое удовлетворение, поскольку устраняет противоречия между очень многими нейронами.

Нет необходимости доказывать, что в различных культурах и даже в различных слоях общества в рамках одной культуры бывают приняты разные религии, и, следовательно, религиозные ценности не могут быть «общечеловеческими», хотя все конфессии и поднимают один и тот же вопрос жизни и смерти и предписывают своим верующим то или иное (часто несовместимое и вызывающее религиозную нетерпимость) поведение, ведущее к «жизни вечной».

Мало надежд и на то, что «память потомков» может быть основой «общечеловеческих ценностей», так как моральные нормы все время пересматриваются (например, африканская охота, описанная Хемингуэем, в настоящее время воспринимается не как подвиг мужества, а как жестокая и бессмысленная бойня).

Не дают оснований для «общечеловеческих ценностей» и различные философские системы.

Основатели социобиологии сочувственно относятся к «утилитаристской» этике, согласно которой «ключом к справедливым поступкам является счастье, и почти все действия и поступки являются хорошими в той мере, в какой они порождают или умножают всеобщее счастье, и дурными в той мере, в какой они его уменьшают» [Рьюз, Уилсон 1987]. Однако, кроме того, что «совершенно точную дефиницию счастья не удастся получить» [Татаркевич 1981, с. 49], в высококонкурентной среде человеческого общежития «всеобщее счастье» представить себе довольно трудно, так как удача одного почти всегда есть неудача другого, а наиболее «счастливыми», находящимися в состоянии постоянной эйфории, оказываются наркоманы и люди, страдающие некоторыми психическими заболеваниями.

Соглашаются социобиологи и с этикой кантовского «категорического императива» [Рьюз, Уилсон 1987, с. 101], хотя Кант,

как известно, строго делил все законы на «законы природы» и «законы свободы», или нравственности. Утверждая, что «добро есть то, что соответствует должному», он не смог ответить на вопрос: «На чем основано само долженствование?» [Дробницкий 1974]. Очевидно, что если «должное» в разных обществах различно, оно не может быть «общечеловеческим». Еще менее отвечают требованиям «общечеловечности» представления о морали и нравственности, развитые Гегелем. Рассел, например, таким образом оценивает учение Гегеля: «...есть способность, иногда называемая «разумом», а иногда «совестью», которая, если мы ей следуем, дает подлинную свободу. Таким образом, подлинная свобода в отличие от пустой прихоти заключается в послушном выполнении морального закона. Гегельянцы сделали еще один шаг и отождествили моральный закон с законом государства, так что истинная свобода состояла теперь в послушании полицейским властям. Правительствам эта философия пришлась по душе» [Рассел 1987, с. 188].

Нет необходимости рассматривать другие многочисленные современные этические системы, поскольку все они, в том числе и марксизм, в значительной мере, хотя и в разных пропорциях, используют те же идеи, в свою очередь почерпнутые из некоторых этических систем древних [Дробницкий 1974].

Основатели социобиологии разделяют эти идеи. При этом они, прямо сопоставляя законы генетической эволюции с этическими нормами, приходят к выводу, что «мораль является коллективной иллюзией человеческого рода. Употребляя термин «иллюзия» в этом контексте, мы вовсе не хотим сказать, что морали не существует. Скорее мы хотим сказать, что кажущийся объективный референт морали иллюзорен ровно столько же, сколь иллюзорен кажущийся объект веры в некое высшее существо» [Рьюз, Уилсон 1987, с. 103]. Они считают, что этические системы, согласно которым «мораль теми или иными путями восходит к трансцендентным основаниям», не заслуживают внимания, и «дарвинист не намерен тратить время на разбор такого рода позиций» [там же, с. 102].

Нам представляется, что современные достижения нейронаук, напротив, заставляют дарвинистов с особым вниманием рассмотреть «трансцендентные основания» общечеловеческих цен-151

ностей и даже утверждать, что без таких оснований общечеловеческие ценности просто не существуют и действительно являются иллюзорными.

КОСМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ

В этом разделе речь пойдет, естественно, не о «материальных» ценностях, таких, как территория или природные ресурсы, из-за которых идет смертельная борьба и войны, и которые являются условием гарантии выживания и распространения в общечеловеческом генофонде генов одних людей безусловно в ущерб генам других людей или условием гедонизма одних в ущерб другим, а о «постматериальных» ценностях, которые могли бы соответствовать космическому предназначению человеческого разума и которые достигаются не в конкуренции, а в кооперации всего человечества, когда успех одного есть одновременно успех всех. Естественно, что здесь мы вступаем в область предположений, для которых, однако, все-таки есть некоторые основания. Если принять, что оба направления эволюции Вселенной — к тепловой смерти и ко все большей организации материи — являются реальностью, то необходимо принять также, что к моменту тепловой смерти (или раньше) организация материи в некоторых ограниченных областях Вселенной достигнет максимума. Если же, как утверждают современные космологические «сценарии», было начало и будет конец мира, очень трудно отказаться от мысли, что этот конец был каким-то образом «запланирован» до или в момент Большого взрыва; еще труднее принять непредсказуемость хода эволюции в целом [Пригожий 1985] и биологической в частности [Рьюз, Уилсон 1987]. Как, на наш взгляд, справедливо отмечает А.А. Зубов, «когда мы говорим о «нацеленности» или «направленности» магистральной эволюции, имеется в виду не фатальная предопределенность процесса в деталях, а направление общих тенденций, определяющее предсказуемость наиболее вероятных состояний развивающихся систем ... детали эволюции непредсказуемы, но общие черты абсолютного прогресса с неизбежностью, с необходимостью выявляются в ходе

развития и в силу того, что магистральные показатели организации оказываются выгодными и рано или поздно подхватываются отбором. Следовательно, представление о направленном характере магистрального прогресса не вдет в разрез с дарвиновским положением о ведущей роли отбора в эволюции. Отбор случайных изменений оборачивается в макромасштабе направленным движением, случайность переходит в необходимость» [Зубов 1985, с. 15-16].

Развитие человечества и его разума означает не только возрастание организации материи, но и все более полное отражение Вселенной в этой организации. Это происходит и потому, что причины событий на генетическом уровне, приведших к образованию человеческого мозга и возможно приводящих к его все большему развитию и в настоящее время, исходят в конечном счете от Вселенной; и потому, что человечество в целом вышло на прямое соотношение со Вселенной, так как накапливает все больше информации о Вселенной и ее эволюции [подробнее см. Швырков 1989]. Хотя эта информация может храниться в книгах или в памяти вычислительных машин, ее получение и использование осуществляется людьми, которые, следовательно, стража-ют эволюцию Вселенной в специализации своих нейронов. Можно, что к моменту тепловой смерти Вселенной (или раньше) человечество именно в совокупной специализации своих нейронов отразит всю информацию об эволюционирующей Вселенной, и это совокупное знание станет ее «инобытием», точкой «Омега* Тейяра де Шардена.

Очевидно, в этом случае известный парадокс Кьеркегора о том, что мир не имеет смысла, а если он его имеет, то смысл находится вне мира, разрешается естественным образом. Смысл существования мира состоит именно в том, чтобы достигнуть конечного состояния. Мир оказывается целенаправленной системой, хотя цель задается ему возможно и извне.

Предназначение человеческого разума может состоять именно в сохранении информации об эволюции Вселенной, хотя, что было «до» Большого взрыва и будет «после» точки «Омега»» остается неясным, если только не принять, что категория времени не применима к этим «до» и «после». Это информационное инобытие Вселенной настолько зачем-то необходимо Космической

153

эволюции, или, если угодно, Творцу, настолько неизбежно, что, даже если люди будут настолько глупы и уничтожат свою цивилизацию, развитие будет осуществлено каким-либо другим видом, который при отсутствии сдерживающих влияний человека выйдет на магистральную линию. «В современном животном мире нелегко распознать потенциального преемника человека на Земле, но на протяжении миллионов лет новая волна многообразия животного мира, особенно в отсутствие всеобъемлющей конкуренции высшей магистральной формы, могла бы, вероятно, и даже должна была бы выработать подобное существо, в чем выразилась бы необходимость порождения разума живой материей» [Зубов 1985, с. 20].

Если все-таки именно человеческому разуму суждено выполнить это космическое предназначение, то все, способствующее развитию общечеловеческого разума, можно обозначить как «добро», а все препятствующее — как «зло». Поскольку носителями разума являются человеческие нейроны, то это правило можно перефразировать: все, что способствует сохранению человеческих нейронов, есть «добро», а все, что приводит к их гибели, — «зло» (в эволюционно-космическом смысле). Из этого следует также, что для развития общечеловеческого разума существенно не то, чтобы людей было больше, а то, чтобы они были высокоразвитыми. Важным становится не родить как можно больше потомков, а как можно лучше воспитать и образовать ограниченное энергетическими возможностями планеты количество людей.

Возникает естественный вопрос: должны ли отдельный человек и человечество в целом «делать то, чего от нас хотят» [Толстой 1983, т.е. способствовать выполнению космического предназначения разума, или, «как утверждал в свое время еще Хаксли, истинная цель моральной личности — как-то противиться эволюционному процессу, а отнюдь не самоудовлетворенно и без сопротивления подчиняться ему?» [Рьюз, Уилсон 1987, с. 95].

Ответ на этот вопрос, во-первых, зависит от того, какие ценности (материальные или духовные) конкретный человек считает более важными, и, во-вторых, определяет свободу воли конкретного человека в конкретных поступках. Во всех религиях верующие как бы «торгуются» с Богом за бессмертие, причем раз-

ного «качества» (с сохранением вечной молодости или без, в чистилище или в раю и т.д.). Взамен они должны вести себя «богоугодно», а грехи снижают их шансы на «благоустроенную» жизнь в вечности. Религии, однако, требуют слепой веры. Системно-эволюционный подход основывается только на фактах и гипотезах, требующих не веры, а эмпирических и экспериментальных доказательств.

155