

ГЛАВА 1

Психофизиология как наука

К. Х. Тиджен (Teigen, 2002) сравнил частоту использования слова «закон» в 1,4 млн резюме статей из базы психологической литературы в начале и конце XX столетия. Оказалось, что с 1900 по 1909 г. на каждые 10 тыс. статей было 266 упоминаний о законах, а с 1990 по 1999 г. — только десять. Современные исследователи с большей осторожностью используют слово «закон» применительно к своим исследованиям, хотя поток новых данных, безусловно, шире и мощнее, чем 100 лет назад.

К. Х. Тиджен предложил пять критериев, которым должно соответствовать то, что можно назвать законом в науке. Это валидность (закон должен проявляться регулярно); универсальность (закон не зависит от места и времени); приоритетность (законы выявляются определенным образом); способность закона давать дополнительные объяснения происходящим явлениям, сила (он связан с другими общими принципами) и автономия (он должен быть самодостаточным, способным давать прогноз) (Roediger, 2008).

Многие ранние исследователи полагали, что психология, подобно физике, будет создавать универсальные законы поведения, столь же неоспоримые, как и законы Кеплера о движении планет. Кеплер был приверженцем нумерологии и музыки, законы которых, согласно его представлениям, могли бы объяснить единство Солнечной системы. Он видел в планетной системе единую музыкальную гармонию. Вера в простоту законов мира длительное время существовала у ученых всех областей науки, и психологи тоже ее не избежали.

Сейчас психологи осторожнее пользуются словом «закон» при анализе результатов исследований, чем их предшественники в начале XX столетия, когда казалось, что субъективный мир вот-вот станет доступным и объяснимым.

Предмет и задачи психофизиологии

Предмет и задачи психофизиологии до сих пор активно обсуждаются и не являются очевидными. Есть исследователи, которые полагают, что психофизиология изучает физиологические основы психической деятельности и поведения человека (Марютина, Кондаков, 2003). В этом случае исследование физиологических механизмов психических процессов на системном, нейронном, синаптическом и молекулярном уровнях становится основной задачей психофизиологии (Сokolov и др., 2015).

Есть точка зрения, что психофизиология — наука, изучающая физиологические механизмы субъективных явлений, состояний и индивидуальных различий (Ревонсуо, 2013). В чем разница между этими определениями? Она состоит в том, что, собственно, изучает психофизиология: физиологические механизмы психической деятельности или субъективных явлений?

Проблема в том, что субъективные явления — это то единственное, с помощью чего мы познаем мир и осознаем самих себя. Однако субъективность потому так называется, что она дается только субъекту и нет методов, позволяющих ее оценить у кого-то еще, кроме самого себя. Психическую же деятельность можно описать с помощью имеющегося в настоящее время у психологии и физиологии инструментария.

Но, описав психическую деятельность человека, исследователь все равно не познает его субъективный мир. Как выглядит ваш голубой цвет неба над головой: он такой же, как у автора, пишущего эти строки, или редактора, который осуществляет правку этого текста? У нас нет возможности сверить наши субъективные ощущения. Мы пользуемся одним словом — «голубой», значение которого каждый из нас усвоил в детстве, когда взрослый, показывая на небо, произносил это слово. Но что видел при этом каждый из нас?

В мире нет цвета. Есть электромагнитные волны, которые излучает объект. И мозг каждого человека транслирует эти волны в некую окраску. Люди обучаются называть, воспринимая определенные волны, слово, которое для этих волн дала культура, но они не знают, что видят при этом другие. Мы можем знать только собственный голубой.

Еще сложнее со словом «любовь». У человека в момент эмоционального переживания выделяются гормоны и включаются определенные нервные образования в мозге, но что он чувствует в этот момент? Мы можем наложить наши собственные переживания на чьи-то слова. Однако мы, очевидно, ошибаемся, иначе лучше понимали бы друг друга.

Говоря о субъективной реальности, мы можем довериться только сообщениям других людей о том, что они говорят о своих переживаниях, но не имеем возможности сопоставить наши переживания с их сообщениями.

С появлением томографа стало ясно, что страдания отвергнутого человека и страдания человека от физической боли активируют в мозге один и тот же участок (Eisenberger et al., 2003). Мы можем определить участок мозга, ответственный за это переживание, и услышать сообщение о страдании. Но мы не сможем понять, что реально чувствует данный отвергнутый человек и насколько его боль в определенной ситуации соответствует нашим ощущениям от боли. Мы можем говорить о внутреннем субъективном мире, используя одни и те же слова, но это не значит, что собеседники восстанавливают в сознании в связи с одним словом одинаковые образы и чувства.

Исследование физиологических механизмов психических процессов на системном, нейронном, синаптическом и молекулярном уровнях должно стать задачей психофизиологии. Подобное решение позволяет, уйдя от не разрешимых пока проблем, начать исследование того, что доступно.

Современные функциональные томографы позволяют зафиксировать ту или иную мозговую активность во время той или иной психической активности, они могут служить индикаторами психической деятельности, мы можем обнаружить связь между активностью мозга и психической деятельностью, но мы не способны объяснить, что такое эта связь: как активность нейронных сетей порождает внутренний мир человека, его способность восстанавливать то или иное излучение, идущее от вещей, в виде конкретного цвета. Мы видим пространство перед собой,

хотя оно всего лишь модель, которую создает наш мозг. Эта модель размещена в нашем мозге, тогда как пространство находится перед нами. Где конкретно в мозге она находится?

Мы не имеем методов описания внутреннего мира другого человека, хотя легко и точно ощущаем собственный внутренний мир. Причем объектов нашего внутреннего мира в действительности не существует. Это модель, которую выстраивает наш мозг на основе полученной им весьма ограниченной сенсомоторной информации и прежнего опыта взаимодействия с миром.

Как бы ни определяли авторы предмет и задачи психофизиологии, все они сходятся на том, что основной целью данной науки является решение психофизиологической проблемы — центральной проблемы психологической науки. Она состоит в понимании механизма порождения мозгом — материальным субстратом — внутреннего субъективного мира и описании того, как эти разные субстанции влияют друг на друга.

Критические признаки различения психического и физиологического

Согласно Л. М. Веккеру (2000), существуют основные критические признаки, по которым происходит первичное различение психического акта и физиологического. Они связаны с особенностями отношений между механизмом функционирования органа этого акта и самим актом как результатом этого функционирования. Л. М. Веккер выделяет эмпирические признаки, отличающие психическое от собственно физиологического, среди которых следующие.

1. *Предметность*. Этот признак состоит в том, что итоговые характеристики любого психического процесса могут быть описаны только в терминах свойств и отношений внешних объектов, физическое существование которых совершенно не связано с органом этого психического процесса, но которые составляют его содержание.

Так, восприятие, являющееся функцией органов чувств, нельзя описать иначе, чем в терминах формы, величины, твердости и т. д. воспринимаемого или представляемого объекта. Воспроизведение качеств одного объекта в другом, служащем его моделью, не означает уникальности психических явлений, поскольку встречается и в различных видах непсихических отображений. Разные предметы — копия и оригинал — могут обладать одной и той же формой, величиной, цветом и т. д. Суть же рассматриваемого исходного критического признака психического процесса заключается в том, что, протекая в своем органе-носителе, этот внутренний процесс в его конечных, результативных параметрах скроен по образцам свойств внешнего объекта.

2. *Субъектность*. Вторая специфическая особенность психического заключается в том, что в картине психического процесса остаются скрытыми изменения состояния органа-носителя, которые данный процесс реализуют. Итоговые, конечные параметры не могут быть сформулированы на собственно физиологическом языке тех явлений и величин, которые обнаруживаются в мозге. Эта неформулируемость характеристик психических процессов на физио-

логическом языке внутренних изменений является обратной стороной их формулируемости лишь на языке свойств и отношений их объекта.

3. *Чувственная недоступность.* Характеризуется тем, что психические процессы недоступны прямому чувственному наблюдению. Своему носителю-субъекту психический процесс (восприятие или мысль) открывает свойства объекта, оставляя скрытыми изменения в мозге, составляющие механизм этого процесса. Но, с другой стороны, изменения в мозге, открытые с той или иной степенью полноты для стороннего наблюдателя, не раскрывают перед ним характеристик психического процесса другого человека. Человек не воспринимает свои восприятия, но ему непосредственно открывается предметная картина их объектов. Внешнему же наблюдению не открывается ни предметная картина восприятий и мыслей другого человека, ни их собственно психическая «ткань». Непосредственному наблюдению со стороны доступны именно и только процессы в органе, составляющие механизм психического акта.
4. *Спонтанная активность.* Эта характеристика психического процесса, в отличие от предшествующих, определяет не прямое отношение к объекту или к его непосредственному субстрату — мозгу, а выражение его в поведенческом акте, во внешнем действии, побуждении, которые направляются психическим процессом.

Психофизиологическая проблема

Психофизиологическая проблема, то есть проблема того, как материальная структура — мозг — порождает субъективный мир, имеет давнюю историю. На разных этапах развития познания возникали различные ее решения. Простейшим будет то, что мозг и субъективный мир состоят из разных субстанций: материальной и нематериальной. Однако такое разграничение не имеет положительного ответа на вопрос об их взаимодействии, которое порой кажется очевидным, когда эмоциональная информация вызывает сердечный приступ или внутренние переживания ведут к падению иммунитета и болезни.

Но психофизиологическая проблема ставит еще и вопрос «другого сознания». Наше сознание дано нам непосредственно, через него человек познает мир, создает его картину, общается с другими людьми. Но он не может знать, есть ли у другого человека подобная реальность и насколько сходны эти две реальности. Нет инструментария, с помощью которого появилась бы возможность сопоставить субъективные ощущения людей. Человек в принципе не может непосредственно воспринять и оценить качество сознания другого. Посредником между ним и сознанием другого человека лежит его сознание, которое может исказить мир, а человек может ошибаться.

Изучение психофизиологической проблемы

Сложность анализа психофизиологической проблемы связана с возможностью мозга перерабатывать информацию. Эта возможность возникла в процессе эволюции, а потому мозг эффективно перерабатывает одну информацию, игнорируя другую. Например, наше зрение ориентировано на поток электромагнитных волн примерно от 350 до 750 нм — тот диапазон, который проходит атмосферу Земли

и достигает ее поверхности. При этом огромное количество волн других длин наши рецепторы не воспринимают. Пока дело касается адаптации в природной среде, этих возможностей человеку достаточно. Но когда он изучает устройство мироздания, собственные рецепторы перестают быть надежными источниками информации.

Сейчас мы знаем, что воспринимаемый нами мир составляет лишь 3% материи Вселенной. При этом 97% составляет темная материя, открытая совсем недавно. Возможно, ее изучение позволит ответить и на вопрос о том, как материальный мозг порождает нематериальный субъективный мир. Возможно, этот субъективный мир имеет некие характеристики, схожие с темной материей, и тогда противоречие, которое не могли разрешить на протяжении двух тысячелетий ведущие мыслители, будет разрешено?

Все психофизиологические исследования можно разделить на две группы. Прежде всего, это корреляционные исследования, при которых изучаются одновременно физиологический и психологический процессы. Другая группа исследований состоит в том, что осуществляется физиологическое или психологическое воздействие и далее оценивается изменение и на физиологическом, и на психологическом уровне.

Стоит подчеркнуть: психофизиологи не сомневаются в том, что именно мозг порождает сознание. Смерть мозга приравнивают к смерти личности. Сознание может отсутствовать уже в коме и в вегетативном состоянии (эти вопросы будут рассмотрены в главе 9). Но если погибает мозг, то нет ни сознания, ни личности. Не вызывает сомнения то, что:

- ♦ мозг порождает сознание и является основой личности человека;
- ♦ смерть мозга ведет к смерти человека, даже если предпринимаются чрезвычайные действия и искусственно поддерживается функционирование жизненно важных систем.

Исторический обзор решения психофизиологической проблемы

При анализе огромного разнообразия попыток решения психофизиологической проблемы удобнее всего разделить имеющиеся позиции на две взаимоисключающие: дуализм и монизм.

С точки зрения **дуалистического подхода** мозг имеет материальную природу, тогда как психическое — нематериальную. Если материальные объекты состоят из тех элементов, которые открыты современной физикой, то строительные блоки нематериальной сущности неизвестны. Есть особое — духовное — пространство, в его рамках и происходят события, которые мы называем субъективными. В этом пространстве не действуют законы, открытые для физического мира.

Даже если принять подобное деление за возможное, оно не полезно для науки, поскольку не отвечает на поставленный вопрос, не раскрывая механизмов взаимодействия материального и субъективного. В то же время наличие взаимодействия между мозгом и сознанием — практически очевидный факт: сильные субъективные переживания ведут к соматическим симптомам, а травмы мозга меняют психические процессы. Люди, попавшие в аварию, сообщают об иных субъективных переживаниях по сравнению с теми, которые они ощущали до травмы. Более того, если субъективная субстанция не зависит от материального

органа — мозга, почему повреждение небольших участков мозга приводит к утрате субъективной жизни человека?

Ученые, разделяющие дуалистические взгляды, предпринимали попытки объяснить механизм взаимодействия материального и субъективного, и их изыскания можно сгруппировать в три направления: интеракционизм, эпифеноменализм и параллелизм.

Интеракционизм (от англ. interaction — «взаимодействие») предполагает свободный обмен информацией между материальным миром и нематериальным. Внешняя стимуляция действует на рецепторы, которые преобразуют полученную энергию в электрический импульс. Далее эта энергия некоторым образом (ни одна из подобных теорий описать этот механизм не может) порождает изменения в субъективном пространстве. Существует и обратный процесс, когда субъективные переживания некоторым образом превращаются в электрический импульс, что ведет к активности той или иной части тела.

Проблема состоит в том, что физический мир замкнут сам на себя (то есть физическое действие может порождать только физическое действие), тогда как субъективный мир инертен и должен проходить сквозь физические объекты, не вызывая в них возмущения.

Самый известный вариант такого подхода описан Рене Декартом (1596–1650). Пытаясь понять суть сознания, он предложил метод системного, или радикального, сомнения, состоящий в том, чтобы подвергнуть сомнению привычные, устоявшиеся утверждения. Например, насколько точно мы воспринимаем мир вокруг, насколько наше видение его соответствует реальности? Есть что-то, в чем человек не может ошибаться?

Декарт пришел к выводу, что, пока он мыслит (вне зависимости от того, насколько его мысли соответствуют реальности), есть субъект мысли — он сам, и в этом можно не сомневаться. Он сформулировал данную идею в виде выражения *Cogito ergo sum* («Я мыслю, следовательно, существую»). Но это означает, что человек суть его сознание и переживания.

Декарт назвал субстанцию, которая создает сознание, *res cogitans* (в пер. с лат. — «думающая субстанция»). Эта субстанция радикально отличается от физической материи, которая получила название *extensa* («протяженная субстанция»). С позиции Декарта, тела человека и животных имеют протяженность и место в пространстве, тогда как духовная субстанция представляет собой цельную неделимую душу. Обе субстанции могут проникать друг в друга. Душа не имеет места в пространстве, но может связываться с мозгом через эпифиз. Древние анатомы с особым интересом присматривались к этой железе, расположенной в центре мозга на крыше третьего желудочка. Она лежит на крыше непарного желудочка и сама представляет собой непарный орган, а потому и кажется самым подходящим объектом для взаимодействия материального и нематериального мира.

Во времена Декарта из всех законов физики, известных сейчас, лучше всего были описаны законы механики, поэтому он и воспользовался ими для описания взаимодействия мозга и духовной субстанции. Декарт предположил, что некие колебания в эпифизе могут породить колебания жидкости в третьем желудочке и уже эти колебания будут передаваться по нервам в виде животных духов, приводя в движение мышцы. Во времена Декарта строение нервов было неизвестно.

Они представлялись в виде труб, схожих с водопроводными, по которым животные духи переносились в разные части тела.

Даже приняв во внимание столь упрощенное с современной точки зрения описание взаимодействия духа и мозга, мы не получаем ответа на вопрос: когда в онтогенезе человека появляется духовная жизнь, где тот поворотный пункт, после которого можно сказать, что у ребенка есть душа? Или на каком этапе эволюции появляется эта нематериальная субстанция, которая превращает биологический автомат в человека?

Интеракционизм в настоящее время имеет значение только для изучения развития философского осмысления того, как мозг взаимодействует с субъективным миром.

Этифеноменализм (от греч. *epi* — «над», *phenomenon* — «явление») — направление, пытающееся обойтись без введения дополнительной нематериальной субстанции. С данной позиции активность многих нейронов мозга как создает физиологические изменения в нем, так и порождает дополнительную реальность — сознание. Проблема только в том, что эта новая реальность в таком случае не может повлиять на порождающую ее мозговую активность. Преимуществом данного направления является то, что все объяснения происходят в рамках физических законов.

Среди ученых, разделяющих такой подход в XIX в., был британский физиолог и философ Т. Г. Хаксли. Сейчас этой точки зрения придерживаются когнитивный психолог Р. Джекендофф из США и философ Д. Чалмерс из Австралии. В современном варианте, который предлагают эти ученые, сознание описывается либо как нефизическая субстанция, либо как физическая субстанция с нефизическими свойствами. В таком виде данная точка зрения близка эмерджентному материализму, который мы рассмотрим позже.

Параллелизм — направление, полностью отрицающее связь между материальным и субъективным миром. Мозг и сознание просто синхронизированы во времени, никак не влияя друг на друга. Они активны одновременно, при этом активность мозга порождает другую активность мозга, а действие сознания порождает другие образы сознания. Между ними нет причинного взаимодействия. Корреляция между событиями создает только иллюзию причинности. Например, вы видите фильм, в котором персонажи движутся и разговаривают. Кажется, что изменения их вокального аппарата порождают звук. Но это не так: сначала снимается изображение, на которое позднее накладывается звук, причем совсем не обязательно, что озвучивает роль тот же человек, что движется на экране. Во время демонстрации фильма изображение и звук производятся разными приборами, независимыми друг от друга.

Впервые подобные идеи были предложены Г. Лейбницем (1646–1716), который не видел проблем с источником, производящим синхронизацию. Он полагал, что это дело Бога, осуществляющего «ручную настройку» при рождении каждого человека. Поскольку идея Бога не соответствует принципу фальсифицируемости, необходимому для признания явления научным, современная психофизиология не использует этот подход при объяснении взаимодействия мозга и сознания.

Согласно **монистическим теориям**, есть лишь один тип субстанции в мире. При этом часть исследователей полагает, что эта субстанция — материя, тогда

как другие авторы настаивают на том, что эта субстанция духовна. Небольшое направление — *нейтральный монизм* — связано с утверждением, что субстанция эта и не материальна, и не духовна.

Монистический материализм имеет то преимущество, что он полностью опирается на современный научный подход. Однако он не может описать ни место-положение, ни суть субъективной психологической реальности. Он только констатирует, что субъективная реальность как-то порождается активностью мозга.

Сейчас есть три варианта разрешения этой проблемы. Первый вариант назван *элиминативным* (элиминация — уничтожение, изъятие) материализмом. Он состоит в том, что просто отрицается сознание как таковое. Оно описывается как иллюзия. Исследователи, высказывающие такую точку зрения, опираются на факты в истории развития науки, когда вводился некий термин, а потом оказывалось, что подобного явления не существует. Например, некогда ученые были уверены, что при горении выделяется особое вещество — флогистон. Позднее оказалось, что такого вещества нет, а процесс горения связан с соединением веществ с кислородом. В настоящее время приверженцами данного подхода являются Пол и Патриция Черчланд и К. Уилкс.

Однако флогистон — некая субстанция вовне, а сознание непосредственно воспринимается каждым человеком. Весьма трудно опровергнуть то, что представлено тебе непосредственно. Вместе с тем тот факт, что нет научных инструментов оценки и описания субъективной реальности, склоняет некоторых людей к согласию с данной позицией.

Второй вариант называется *редуктивным* материализмом. Исследователи, придерживающиеся данного направления, предполагают, что сознание — естественное физическое явление, а точнее, нейрофизиологические изменения в мозге и представляют собой сознание: то, что внешний наблюдатель оценивает как физиологические изменения в мозге, самим человеком воспринимается как сознание. Субъективность при этом редуцируется до нейрофизиологического процесса. Современный вариант редукционизма представлен в работах Э. Нагеля, У. Т. Плейса и Дж. Дж. Смарта. В последнее время Дж. Ким привел это представление в соответствие современным данным и утверждает, что все субъективные процессы редуцируются до мозговой активности, кроме сознания.

Сторонники этих взглядов надеются: развитие нейронауки приведет к замене термина «сознание» более точным научным термином, подобно тому как слово «вода» получило формулу H_2O . Согласно этой точке зрения, в будущем неточные психологические понятия будут заменены более точными нейрофизиологическими понятиями, описывающими определенную нейронную активность.

Наконец, в третьем варианте сознание связывается с нейрофизиологическими процессами более высокого уровня, которые базируются на процессах низшего уровня. В психофизиологических исследованиях фиксируются процессы более низкого уровня. А многочисленные разнообразные нервные сети своей активностью порождают уже новую реальность — сознание. Это явление называется *«эмерджентный»* материализм (от англ. *emergence* — «появление», «всплытие»).

Согласно данной концепции, субъективные феномены возникают как эпифеномены (надстройки) над нейронной активностью. Эмерджентность характеризуется новыми качествами по отношению к явлению более низкого уровня,

производным которого она является. Более того, эти новые качества нельзя объяснить характеристиками явления, породившего эмерджентное явление.

Мозг представляет собой иерархически устроенную систему, состоящую из разного уровня образований, причем каждый уровень имеет принципиально новые качества по сравнению с предыдущим. Нельзя законами физики объяснить химический уровень организма. Точно так же законами химии нельзя объяснить физиологические процессы. Подобно этому, нельзя и нейрональной активностью, порождающей новое эмерджентное свойство — психическую реальность, — объяснить свойство психической реальности. Особое качество сознания — *квалия* — обладает иными свойствами, чем активность сети нейронов.

Сторонник теории эмерджентности Дж. Серль (Searle, 1997) писал: «Все наши сознательные переживания объясняются поведением нейронов и сами представляют собой эмерджентные свойства системы нейронов» (1997, с. 22).

Как бы там ни было, сознание имеет материальную основу, хотя пока не изученную. Часть исследователей, относящиеся к направлению, позиционирующему себя как слабый эмерджентный материализм, полагают, что, как в других науках, в понимании сознания некогда произойдет прорыв, который позволит связать воедино нейрональные и психические процессы. Так же как современная квантовая физика позволяет уточнить некоторые особенности химических законов, некогда и сознание будет объясняться через активность нейронов. Сильный эмерджентный материализм отличается от слабого, верящего в успех научного познания, тем, что ученые не уверены, что человек когда-нибудь сможет понять причину связи между сознанием и мозгом. Очевидно, что в эволюции сознание порождается мозгом в силу естественных причин. Но механизмы их взаимодействия лежат за пределами человеческого познания. Основные идеи сильного эмерджентного материализма были сформулированы К. Макгинном (McGinn, 1991).

Краткий исторический анализ концептуализации работы мозга

Мы знаем об объективном мире и о собственном субъективном мире благодаря мозгу. Мозг непосредственно не взаимодействует с объективным миром. Он узнает о нем через рецепторы, которые зачастую дают неверную информацию о мире (например, вы видите, как рельсы сходятся в определенной точке пространства, а небо касается земли на горизонте). Однако мы не знаем ничего о тех неосознаваемых нами последовательностях активности мозга, которые приводят его к созданию той модели мира, которую мы и видим, полагая, что воспринимаем объективный мир. Отсюда возникает как иллюзия того, что мы видим реальный мир, а не его модель, представленную мозгом, так и иллюзия принадлежности нашего субъективного мира только нам и несвязанности его с миром, в котором мы живем. В то же время очевидно, что культура, которую создали люди, также влияет на наше восприятие реальности и меняет модель, которую мозг создает о мире (Фрит, 2012).

В мозге происходят постоянные перестройки, и выработка нового навыка в любом возрасте ведет к существенным изменениям в структуре связей нейронов.

Первой концептуализацией работы мозга была идея Декарта о том, что информация, которая идет от рецепторов, передается затем на исполнительный

орган. Таким образом, мозг, получив информацию от рецепторов, отвечает на внешнее воздействие. Сам он остается пассивным приемником внешних воздействий. Показывая путь информации от рецепторов в мозг (Декарт называл это движением «животного духа», о чем мы уже говорили несколько ранее) и затем от мозга к мышце, Декарт на листе бумаги рисовал дугу. Предложив идею, он не дал ей название. Понятие «рефлекторная дуга» было введено позднее.

И. П. Павлов создал концепцию анализаторных систем, усилив в рефлекторной дуге блок обработки информации. Более того, разбирая механизм ассоциативных процессов, которые лежали в основе открытых им условных рефлексов, он показал, что животное или человек фиксируют информацию лишь в том случае, если она позволяет прогнозировать будущее. Например, в классических экспериментах Павлова собака выделяла слюну в ответ на гудок, если гудок производился за какое-то время *до* появления пищи. Если гудок звучал *после* того, как пища попала собаке в рот, рефлекс не вырабатывался. Следовательно, память фиксирует лишь то, что неким образом позволяет предсказать, что произойдет в будущем.

На другом конце земли чуть раньше Павлова к тому же выводу пришел Э. Л. Торндайк (И. П. Павлов восхищался работами Торндайка и говорил, что некоторые эксперименты ученого опередили его собственные). Разница в исследованиях Торндайка и Павлова состояла в особенностях экспериментальных условий, созданных ими. В опытах Павлова, жившего в царской России, собака только выделяла слюну, поскольку она не просто находилась в клетке, но и была фиксирована в ней с помощью набора ремней. Торндайк, живший в демократической Америке, позволял животному не только двигаться, но и самому принимать решения. Собаку помещали в клетку, и, чтобы выйти или дотянуться до миски с едой, она должна была произвести некое действие. Случайным образом производя разные движения, собака в конце концов либо нажимала на необходимую педаль, либо дергала за требуемую веревку. Дверца клетки открывалась, животное оказывалось на свободе или получало пищу. После этого действия каждый раз, вновь оказавшись в клетке, оно быстрее производило необходимое действие, найденное в результате самостоятельной активности. Торндайк также обнаружил, что в режиме спонтанной активности животное учится предсказывать будущее. Если вдруг дверца клетки перестанет открываться при нажатии на педаль, тем самым освобождая животное, в какой-то момент оно перестанет на нее нажимать.

Торндайк описал законы подкрепления, которые позволяют человеку и животным предвидеть последствия собственных действий.

Создание концепции работы мозга, которая предвосхитила современное понимание, принадлежит П. К. Анохину (1975). Не он первый говорил о том, что организм активно собирает информацию, а не просто отражает ее в виде рефлекса («рефлекс» в пер. на русский язык — «отражение»). Но он впервые теоретически описал возможный механизм предвидения, которым располагает наш мозг. Революционность идеи состоит в том, что организм не воспринимает пассивно информацию, приходящую извне, но предсказывает результат собственной активности и постоянно адаптирует ее к среде, сравнивая предсказание с полученным результатом. Анохин называл предсказание опережающим отражением, механизм предсказания — афферентным синтезом, а механизм проверки адекватности предсказания — акцептором результата действия.

Механизм опережающего отражения П. К. Анохина

Схема, предложенная П. К. Анохиным (1975), представлена на рис. 1.1.

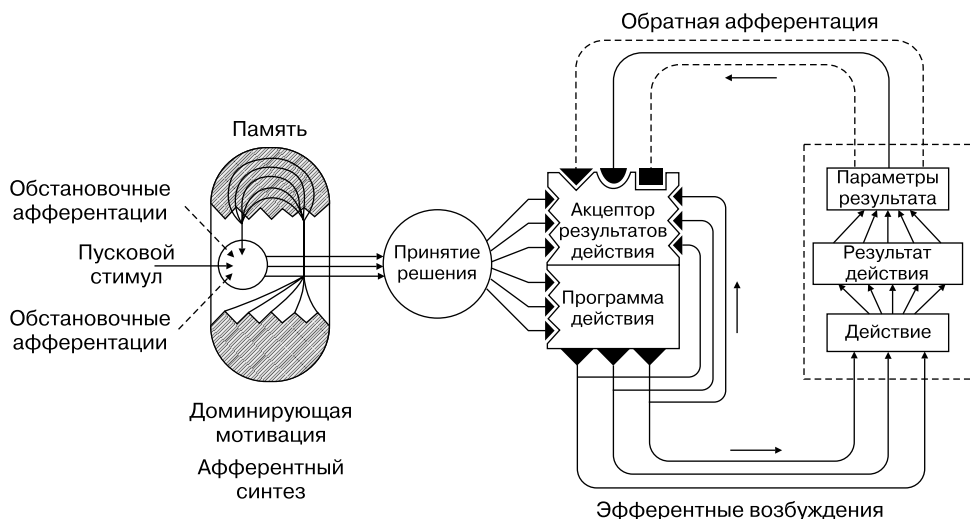


Рис. 1.1. Структура функциональной системы

В этой концепции для каждого действия человека или животного формируется функциональная система, то есть система органов, объединившихся для выполнения только определенной задачи в конкретное время. Она состоит из некоторого количества узловых механизмов. Каждый из них специфичен для полезного результата, на который направлена функциональная система, и подчинен общему плану функционирования.

Для функциональной системы характерно то, что вопрос: «Какой результат должен быть получен?» — решается внутри системы и на основе ее закономерных механизмов. Это обстоятельство отличает биосистему от самых сложных машинных устройств, для которых цель поставлена за пределами машины.

Работа функциональной системы начинается с афферентного синтеза. П. К. Анохин предложил четыре компонента афферентного синтеза: доминирующая на данный момент мотивация, обстановочная афферентация, также соответствующая данному моменту пусковая афферентация и, наконец, память.

Синтез происходит в виде конвергенции возбуждений на одном и том же нейроне. Основным условием афферентного синтеза является одновременная встреча всех четырех участников этой стадии функциональной системы. Результатом афферентного синтеза будет решение вопроса о том, какой именно результат должен быть получен в данный момент.

П. К. Анохин вводит принципиально новый механизм — *акцептор результатов действия*. Он «предвосхищает» афферентные свойства того результата, который должен быть получен в соответствии с принятым решением, и, следовательно, опережает ход событий в отношениях между организмом и внешним миром.

Акцептор результатов действия должен сформировать конкретные нервные механизмы, которые позволяют не только прогнозировать признаки необхо-

димого в данный момент результата, но и сличать их с параметрами реального результата, информация о которых приходит к акцептору результатов действия благодаря обратной афферентации. *Обратная афферентация* — это информация о результате произведенного действия, позволяющая организму исправить ошибку поведения или довести несовершенные поведенческие акты до совершенных. Каждый блок этой функции, состоящей из компонентов: результат — обратная афферентация — сличение и оценка реальных результатов в акцепторе результатов действия — коррекция — новый результат и т. д., может сформироваться буквально в доли секунды.

Афферентная модель будущего результата направляет активность человека и животных вплоть до получения запрограммированного результата. Если же результат не соответствует прогнозу, то в аппарате сличения возникает рассогласование, активирующее ориентировочно-исследовательскую реакцию, которая, поднимая ассоциативные возможности мозга на высокий уровень, тем самым помогает активному подбору дополнительной информации.

Уникальная способность прогнозировать, с одной стороны, позволяет человеку познавать мир, а с другой — именно она ведет к суевериям и мифологическим представлениям. И И. П. Павлов, и бихевиористы показали, что любое действие, после которого будет награда, повторится. И тогда перед экзаменом студент наденет рубашку, в которой ранее получал пятерку; футболист будет делать то, что делал, когда в игре забил мяч; кто-то остановится и не пойдет дальше, если его путь пересекла черная кошка. Все механизмы этих действий находятся ниже уровня осознания, но осознанно мы придумываем некоторую причину, по которой нужно поступать так, а не иначе.

Когда появилась возможность фиксировать активность отдельных нейронов у животных, были найдены нейроны, которые сигнализировали о будущем событии. Это дофаминергические нейроны базальной системы мозга. Лучшим примером, доказывающим наличие подобных предсказаний в нашем мозге, может быть реакция на щекотку в тех случаях, когда это делает кто-то со стороны, и когда человек щекочет себя сам. В том случае, когда человек щекочет себя сам, мозг точно знает, какие ощущения должны получиться, а потому реакция на действия очень слабая. Когда щекочет кто-то другой, мозг не может предсказать силу ощущений и место приложения действия, а потому ощущения воспринимаются сильнее. Мозг подавляет те ощущения, которые он может предсказать, поэтому мы не чувствуем движения своего тела.

Репрезентации в нервной системе

Каким образом информация представлена в мозге? Теоретически вся информация об объекте может быть представлена в одном нейроне (*локальная репрезентация*) или в распределенной сети нейронов (*распределенная репрезентация*).

В первом случае каждый нейрон собирает информацию относительно конкретного объекта, например конкретного человека. Такую модель принято называть «*нейрон бабушки*», или «*нейрон бабушки Леттвина*» (Barlow, 1972). Леттвин — выдающийся американский нейробиолог, изучавший сетчатку лягушки (см. ниже). Для удобства нейробиологов вместо длительного описания особенностей такого гипотетического нейрона его стали называть нейроном бабушки Леттвина.