

ОБЗОРНЫЕ И ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СТАТЬИ

ПРИБРЕТЕННАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖИВОТНЫХ
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ

Ю. М. КОНОРСКИЙ (Сухуми)

I. ВВЕДЕНИЕ

Содержанием настоящей статьи является проблема физиологического анализа приобретенного двигательного поведения животных, т. е. той формы их высшей нервной деятельности, которой обыкновенно дается название «произвольной» деятельности. Этой столь важной проблеме было уделено сравнительно мало внимания в физиологии высшей нервной деятельности. Вся грандиозная работа школы Павлова была направлена, как известно, на изучение общих законов условных связей при помощи столь блестяще оправдавшей себя слюнной методики, и Павлов относительно мало занимался как двигательными реакциями в изучаемых им явлениях, так и вопросами двигательной деятельности животного вообще. Это ограничение имело у Ивана Петровича вполне сознательный и намеренный характер и объяснялось тем, что, во-первых, слюнная железа — «орган... бесконечно более простой по его роли и связям в организме», чем скелетная мышца, и, во-вторых, оно дало возможность «отрешиться от тех шаблонных антропоморфических представлений и толкований, которые у нас накопились относительно двигательной реакции животных» (Павлов, 1938, стр. 34 и 127).

Только в последние годы, когда учение об условных рефlekсах превратилось уже в большую научную дисциплину, способную осветить широкий круг явлений приобретенной деятельности животных, Павлов начал обращать свой взгляд и на проблему двигательного поведения, высказывая свои предположения относительно его физиологического механизма (Павлов, 1938, стр. 611 и 701). Но широкое экспериментальное исследование этой области так и не вошло в основную программу научных работ школы Павлова.

Другие исследователи, изучающие проблему высшей нервной деятельности при помощи так называемой двигательной электрокожной методики, тоже главное свое внимание обращали на изучение, часто на проверку общих закономерностей условных связей, и двигательная реакция — отдергивание конечности на условные раздражители, сигнализирующие дачу безусловного электрокожного агента, — была для них не целью исследования, а только его средством, внешним показателем условной связи, точно таким же, каким для Павлова была секреция слюны.

Кроме того, много авторов пользовались двигательной методикой при изучении пищевых условных рефlekсов, следя, вместо секреции слюны (в тех случаях, где изучение ее было неудобно или невозможно) за движением — побегом к кормушке на условный пищевой сигнал — и принимая латентный период этой побежки за меру силы услов-

ной реакции. Но и эти работы в основном направлены на изучение общих условно-рефлекторных механизмов, а «условная» побежка заменяет только недостаточное наблюдению условное слюноотделение. В последнее время некоторые физиологи (в первую очередь Анохин и Беритов) занялись вопросами, которые очень близко подходят к основной проблеме двигательной деятельности животных. Но ввиду того, что эти авторы не затрагивали непосредственно обсуждаемых в этой статье вопросов, мы должны оставить в стороне их интересные работы.

Как известно, приблизительно одновременно с возникновением учения об условных рефлексах появилось в Америке новое направление в психологии, заключающееся в объективном и экспериментальном изучении поведения животных. Как отправным пунктом учения Павлова был факт «психического слюноотделения», отправным пунктом бихевиористских исследований был не менее известный из обыденной жизни человека и животных факт, заключающийся в том, что животное учится производить движения, ведущие к приятному, и избегать движений, ведущих к неприятному. Таким образом, в то время как Павлов умышленно исключил из области своих исследований двигательную деятельность как слишком сложную и разнообразную для физиологического анализа, американские психологи, наоборот, сразу и исключительно этой деятельностью и занялись.

Развитие американских исследований происходило далеко не так успешно и не так последовательно, как развитие павловского учения об условных рефлексах. Это объясняется главным образом отсутствием в бихевиористской психологии руководящей идеи, которая бы ясно показывала основную цель проводимых исследований и путь, по которому они должны направляться. И действительно, бихевиоризм, отбросив субъективный метод исследований и антропоморфическое толкование поведения животных как негодное, не приобрел взамен их ничего другого. Поэтому суть предпринимаемых исследований заключалась главным образом в накоплении фактов, касающихся образования и судьбы различных двигательных навыков, в систематизации этих фактов, даже в обнаруживании их причинных взаимосвязей, но без более глубокого анализа, без тенденции вскрытия их внутреннего физиологического механизма. Были, правда, как скоро увидим, попытки физиологически анализировать основные получаемые факты, но они имели лишь спорадический характер и почти не отражались на ходе развития бихевиористского направления. Физиологическое толкование фактов не играло в бихевиоризме той руководящей и направляющей роли, которую оно имеет в учении Павлова.

Поэтому, когда учение об условных рефлексах достигло западного полушария, оно было немедленно использовано, так как оно создавало, как казалось, бихевиоризму настоящей и прочный фундамент, которого ему не доставало. Но тут же оказалось, что подвести этот фундамент вовсе не так просто и что внедрение учения об условных рефлексах в бихевиоризм отнюдь не является легкой задачей. Объяснение двигательных навыков, которыми оперируют американские психологи при помощи данных школы Павлова, и сведение их к условным рефлексам наталкивались на серьезные препятствия, и уже самый факт множества мнений и бесчисленных споров показал, что вопрос этот более сложен, чем казалось вначале.

Таким образом в Америке как до момента проникновения туда учения об условных рефлексах, так и после этого проникновения, появился большой ряд разных теорий, пытающихся объяснить механизм формирования двигательных навыков. Первой задачей этой статьи является изложить некоторые из этих теорий и подвергнуть их анализу с физиологической точки зрения.

II. ТЕОРИЯ ТОРНДАЙКА

Приступая к обзору теорий выработки новых форм двигательного поведения, мы должны сделать ряд замечаний.

Во-первых, мы будем заниматься только такими теориями, которые пытаются объяснить изучаемые явления с более или менее физиологической точки зрения. Такие теории, которые вводят понятия, чуждые физиологии и не поддающиеся переводу на язык объективной науки, не подлежат обсуждению в настоящей работе, каков бы ни был их удельный вес в современной психологии¹. Во-вторых, проблема образования новых форм двигательного поведения животных, особенно в последнее время, несомненно, под влиянием учения об условных рефлексах, разрабатывается в Америке так широко, что совсем невозможно в одной статье изложить все разноречивые мнения, дискуссии и оттенки имеющихся в литературе концепций. Поэтому мы займемся только такими теориями, которые, по нашему мнению, заслуживают внимания либо ввиду их научной ценности, либо их распространенности и роли в формировании соответствующих взглядов.

Как известно, главным основоположником всего бихевиористского течения и самым авторитетным по настоящее время исследователем в этой области знания является Торндайк (E. L. Thorndike). По нашему мнению, его теоретические идеи, независимо от того, в какой мере они могут быть оспариваемы или даже частично отвергнуты, являются наиболее точными, наиболее критическими и, так сказать, наиболее «физиологическими» из всех имеющихся бихевиористских концепций. Торндайк является в большей степени, чем другие бихевиористы, настоящим экспериментатором, и ему чужды те отвлеченные, не подержанные фактами спекуляции, которые свойственны, как увидим, многим другим психологам². Так как взгляды Торндайка в связи с его экспериментальными работами проходили некоторую эволюцию, мы проследим их так, как они развивались.

Метод, при помощи которого Торндайк изучал двигательное приобретенное поведение животных и который в дальнейшем стал общепринятым в бихевиористской психологии, заключается в общих чертах в следующем (Торндайк, 1911). Животное помещается в закрытой клетке, перед которой находится пища. Чтобы ее добыть, оно должно произвести определенное движение. В одних случаях к получению пищи ведет любое избранное экспериментатором движение, на которое способно данное животное. Эксперимент организован тогда так,

¹ Возьмем яркий пример. Очень большую роль в американской психологии играют в настоящее время концепции Толмана (см. главным образом E. C. Tolman, 1932, 1937), касающиеся образования всех видов приобретенной деятельности, включая сюда и условные рефлексы. Агентом, определяющим поведение животного, является, по Толману, так наз. «sign-gestalt-expectation» («ожидание сигнификативной структуры») (Рубинштейн, 1939), которое он определяет как «...установку животного, при помощи которой оно приспосаблиется к факту, что некоторый непосредственно временно и пространственно наличный раздражитель — объект ведет (посредством определенного рода деятельности или отсутствия деятельности со стороны самого животного) к определенному пространственно и временно более отдаленному раздражителю — объекту». Другими словами, животное, зная на основании индивидуального опыта, что после раздражителя S₁ следует всегда раздражитель S₂, выжидает этого последнего, когда действует раздражитель S₁ и соответствующим образом к нему «приспосаблиется». Совершенно понятно, что при помощи такой «общей формулы» решительно все приобретенные виды поведения могут быть довольно легко объяснены, и тоже понятно, что такие объяснения ни в какой степени не могут удовлетворить физиолога.

² «Его книга (Animal Intelligence) должна быть признана классической как по смелому взгляду на всю предстоящую грандиозную задачу, так и по точности полученных результатов», — пишет Павлов во введении к «20-летнему опыту» (Павлов, 1938, стр. 14).

что дверь клетки открывается лишь тогда, когда животное производит это движение (например, почесывается, ложится и т. п.). После некоторого времени животное научается производить это движение, как только попадает в обстановку опыта. В других случаях дверь клетки закрыта так, что животное способно само отомкнуть ее затвор. В этом случае опыт протекает обыкновенно таким образом, что животное, видя через решетку клетки пищу, старается преодолеть преграду, т. е. грызет прутья, сует между них морду, царапает дверь и т. д. и наконец «случайно» проделывает движение, отмыкающее затвор. Такой опыт повторяется затем второй, третий, четвертый раз и т. д., причем поведение животного делается все более и более адекватным, ненужные движения постепенно элиминируются, и в конце концов оно приобретает умение открывать дверь с максимальной для него скоростью. Этот метод выработки новых форм поведения носит, как известно, название «метода проб и ошибок».

Исходя из такого рода опытов и принимая во внимание другие факты поведения животных, Торндайк выдвинул следующие законы образования навыков. Самый важный — это «закон эффекта» (law of effect), который является основной осью теории Торндайка и руководящей идеей всех его работ. Приведем буквально его формулировку (Торндайк, 1911, стр. 244): «Из нескольких реакций животного на одну и ту же ситуацию те реакции, которым сопутствует или после которых непосредственно наступает удовлетворение, свяжутся более стойко, при прочих равных условиях, с этой ситуацией, так что их появление при повторении этой ситуации станет более вероятным; связь ситуации с теми реакциями, которым сопутствует или после которых непосредственно наступает неудовлетворение животного, ослабевает, так что при ее повторении появление этих реакций станет менее вероятно». Вторая формулировка (Торндайк, 1921, т. II, стр. 4): «Всякий раз, когда возникает способная к изменениям связь между ситуацией и реакцией и когда ей сопутствует или после нее следует удовлетворяющее животное положение вещей, сила этой связи растет. Когда ей сопутствует или после нее следует тягостное положение вещей, сила ее уменьшается». «Под удовлетворяющим животное положением вещей (satisfying state of affairs) мы понимаем в общих чертах такое положение, в котором животное не делает ничего, чтобы его избежать, а часто поступает так, чтобы его достигнуть или сохранить. Тягостным положением вещей (annoying state of affairs) назовем приблизительно такое, которого животное избегает или стремится переменить» (Торндайк, 1921, т. I, стр. 123).

В последнее время Торндайк (1932) сохранил из закона эффекта только ту его часть, которая касается действия удовлетворяющих последствий. Значение тягостных последствий он оценивает иначе, сомневаясь, вызывают ли они действительно ослабление связи между ситуацией и движением, или же механизм их действия сводится к чему-то другому. Этот интересный вопрос мы вынуждены оставить без рассмотрения.

Каков физиологический механизм усиливающего связь действия удовлетворяющих агентов и в чем заключаются удовлетворяющие свойства одних агентов и неудовлетворяющие свойства других, — это вопросы, которые Торндайк считает самыми основными для всей проблемы образования навыков. Он не сомневается, что усиление связи происходит благодаря лучшему проведению импульсов между принимающими участие в данном процессе нейронами, или, как он выражается, благодаря увеличению между ними «интимности» отношений (intimacy); но каким образом эта «интимность» (какова бы ни была ее физико-химическая сущность) увеличивается вследствие того, что

после целого процесса наступает удовлетворение,— это автор считает совершенно нерешенным.

Кроме закона эффекта, Торндайк принимал еще два закона, касающиеся образования новых связей, а именно: «закон употребления» (law of use) и «неупотребления» (law of disuse), объединенные в «закон упражнения» (law of exercise). Законы эти формулируются так: «Всякий раз, когда способная к изменениям связь между ситуацией и реакцией возникает, сила ее, при прочих равных условиях, возрастает. Силой связи в общих чертах называем вероятность, что связь проявится, когда ситуация повторится». «Если связь между ситуацией и реакцией не возникает в течение продолжительного времени, сила связи ослабевает» (Торндайк, 1921, т. II, стр. 2 и 4).

В отношении к закону упражнения, т. е. к вопросу, какое значение для образования навыков имеет самый факт их повторения, точка зрения Торндайка не вполне постоянна и определена. Уже с самого начала он считал, что этот закон имеет силу только в сочетании с законом эффекта. Впоследствии Торндайк совсем даже отказался от закона упражнения, отмечая, что все увеличивающаяся частота проделываемой «правильной» реакции в методе проб и ошибок является не причиной упорочения этой реакции, а следствием того, что она сопровождается получением пищи, т. е. следствием закона эффекта. Но в последнее время он как будто снова возвращается к прежним взглядам, следующим образом резюмируя свою последнюю позицию относительно формирования навыков (Торндайк, 1938).

«1) Каждая изменчивая связь делается немного сильнее, если она повторяется. 2) Изменчивая связь значительно усиливается, если она, или сопутствующие ей явления, или ее последствия вызывают удовлетворяющее животное положение вещей».

Мы видим, таким образом, как блуждал этот, несомненно, выдающийся ученый в лабиринте неразрешимых для него вопросов.

Нужно сказать, что вопрос, касающийся закона эффекта, играл и играет очень большую роль в развитии всего бихевиористского направления и вызывает по настоящее время большое количество дискуссий и споров. Самым большим недостатком этого закона считается то, что в его формулировке последствия данных процессов влияют как будто на самые эти процессы, поэтому отмечается прежде всего тенденция обойти и устранить закон эффекта. Затем были попытки его как-нибудь объяснить или выразить в более понятной для причинного мышления форме. В общем, весьма значительное количество работ в бихевиоризме посвящено борьбе за и против закона эффекта.

На основании более точных опытов, чем те, которые предпринимал Торндайк, направленных непосредственно на выяснение физиологических механизмов, лежащих в основе образования в организме новых форм двигательного поведения, опытов, которые будут в дальнейшем описаны, мы можем довольно ясно представить все недостатки торндайковской концепции. Основной погрешностью автора, является то, что он не учел следующего обстоятельства: когда животное, видя пищу, делает попытки ее достигнуть или вообще находится в обстановке, в которой так или иначе получает пищу,— эта обстановка связана с «пищей условной связью, т. е. все, что проделывает животное, оно проделывает на фоне деятельного состояния пищевого центра. Хотя это обстоятельство не решает полностью поставленного Торндайком вопроса, почему движение, «награждаемое» пищей, запечатлевается,— оно делает этот факт менее таинственным и странным, ибо связь между обстановкой и движением образуется не благодаря будущему «удовлетворению» (что именно являлось причиной негодования бихевиористов), а прежде всего благодаря наличным предвестникам этого

«удовлетворения», а это, как увидим в дальнейшем, продвигает всю проблему значительно вперед. Во-вторых, закон эффекта в той формулировке, которую ему дает Торндайк, не совсем точно соответствует действительности. В дальнейшем мы познакомимся с опытами, которые доказывают, что связь (в смысле Торндайка) между раздражителем и движением образуется только тогда, когда комбинация этого раздражителя и движения сопровождается пищей, в то время как на этот же раздражитель, применяемый отдельно, пища не дается. Это обстоятельство тоже в значительной мере меняет предполагаемый Торндайком механизм закона эффекта. В-третьих, на основании приведенных в дальнейшем данных выясняется роль и значение закона упражнения, который вызывал столько сомнений у Торндайка. Повторение двигательной реакции вместе с данным раздражителем, несомненно, ведет к упрочению между ними связи (т. е. к более быстрому и менее поддающемуся торможению появлению данного движения), но только тогда, когда это сочетание подкрепляется пищей. Повторение его без подкрепления портит связь (точнее, тормозит реакцию), притом гораздо быстрее и эффективнее, чем если бы оно вовсе не применялось. Другими словами, в этом случае «употребление связи» не только не ведет к ее упрочению, но, наоборот, содействует ее уничтожению. И, наконец, что касается действия отрицательных (т. е. не удовлетворяющих) агентов, то сомнения Торндайка в том, что они не ослабляют связи, а действуют как-то иначе, сомнения, которые он почти единственный среди бихевиористов высказывает, являются вполне правильными. Действительно, как показывают наши опыты, подкрепление двигательной реакции ноцицептивным раздражителем ведет не к ослаблению связи между раздражителем и реакцией, а к торможению этой реакции.

III. ПОПЫТКИ ОБОЙТИ ТЕОРИЮ ТОРНДАЙКА

В течение первых двух десятилетий XX столетия появляется ряд теорий, острей которых направлено против торндайковского закона эффекта.

Интересную попытку обойти этот закон сделал Смит (S. Smith, 1908). Когда животное находится в закрытой клетке и пытается из нее выйти, оно обладает определенным числом (положим, N) движений, из которых одно является правильным. Вероятность, что оно выполнит это движение, является $\frac{1}{N}$. Животное, производя в случайном порядке

движения, к которым оно способно, в конце концов делает правильное движение, выходит из клетки, и этим вся серия движений кончается. В следующий раз, на основании закона упражнения, животное имеет тенденцию проделать не все N движений, а только те из них, которые оно произвело в предыдущий раз ($N - u_1$) и среди которых находится правильное движение. Таким образом, вероятность, что это последнее появится, возрастает и равняется теперь $\frac{1}{N - u_1}$, т. е. теперь оно может раньше появиться и раньше кончить серию. В следующем опыте количество движений, которые могут появиться, снова уменьшается, так как животное имеет тенденцию к выполнению только тех движений, которые оно проделало в предыдущий раз ($N - u_1 - u_2$), и вероятность появления правильного движения равна $\frac{1}{N - u_1 - u_2}$. Таким образом, благодаря тому, что правильное движение появляется в каждой серии, а все непроделанные неправильные движения на основе закона неупотребления постепенно отпадают, в конце концов остается и закрепляется только одно правильное движение.

Это объяснение, которому нельзя отказать в остроумии, является, как легко убедиться, плодом чистой спекуляции и не имеет решительно ничего общего с экспериментальными данными. Животное, ищущее выхода при помощи проб и ошибок, проделывает часто гораздо большее количество раз данное неправильное движение, чем правильное. На основании закона упражнения первое из них, а не второе должно бы закрепиться. Затем вовсе не соответствует действительности, что животное в следующий раз производит только те движения, которые оно проделывало прежде. Наоборот, движения, которые часто проделывались и оказались бесполезными, устраняются (несмотря на их частое употребление), зато появляются новые, еще не испытываемые движения. Далее объяснение Смита совершенно непригодно для тех случаев, когда данный навык переделывается вследствие того, что иное движение связывается с получением пищи. Так как прежнее движение, хотя теперь уже «неправильное», употребляется в дальнейшем, теория эта совсем не объясняет, каким путем оно в конце концов заменяется новым движением. И, наконец, стоит только перестать «награждать» животное пищей после каждого удачного движения, чтобы убедиться, что все обучение делается недействительным, а вместе с ним недействительной делается изложенная выше концепция.

Концепцию Смита повторил несколько лет спустя Уотсон (J. B. Watson) в немного видоизмененной форме под названием теории частоты и свежести (frequency and recency theory) (см. Уотсон, 1924). По Уотсону, правильное движение закрепляется не только потому, что оно является чаще других (закон частоты), но и потому, что в каждой серии оно появляется на последнем месте (закон свежести), и поэтому в следующей серии имеет большую тенденцию выступить, чем другие движения. Легко понять, что это добавление отнюдь не исправляет положения изложенной теории Смита.

Другая попытка обойти закон эффекта была дана Гобгаузом (L. T. Hobhouse, 1926). Этот автор исходит из известных опытов Ллойда Моргана (Lloyd Morgan) над нововывлупившимися цыплятами. Цыплята сразу после появления на свет начинают клевать все находящиеся перед их глазами маленькие предметы: «зерно, камешки, хлебные крошки, смородину, кусочки бумаги, пуговицы, бусы, папиросный пепел и окурки, собственные пальцы и пальцы соседей, личинки, куски ниток, пятнышки на полу, глаза соседей» и т. д. Некоторые из этих предметов, попадая в клюв цыпленка, вызывают врожденную реакцию глотания, другие, наоборот, — реакцию выбрасывания. В первом случае реакция клевания «подтверждается» следующей за нею реакцией, и поэтому в другой раз она появляется на данный раздражитель скорее. Во втором случае после реакции клевания наступает противоположная реакция выбрасывания, вследствие чего обе эти реакции взаимно уничтожаются и клевание соответствующих предметов тормозится. Другой автор, развивающий дальше теорию Гобгауза, Голмс (S. J. Holmes, 1911) говорит о «конгруэнтности» и «неконгруэнтности» обеих следующих друг за другом реакций, причем в случае их «конгруэнтности» первая реакция закрепляется, в случае «неконгруэнтности» первая реакция тормозится. Иными словами, закрепление или элиминирование данной двигательной реакции зависит, по мнению Гобгауза и Голмса, не от следующего за этой реакцией раздражителя (удовлетворяющего или не удовлетворяющего животное), а от следующей за нею реакции, находящейся к первой реакции в отношении «конгруэнтности» или «неконгруэнтности».

Правильную критику этой теории дал Торндайк (1921), заметив, что она могла бы быть пригодна только для объяснения очень узкой категории явлений. Если какое-либо движение вырабатывается благодаря «награждению» пищей или устраняется благодаря «наказанию» болевым

раздражителем, — это движение не является ни «конгруэнтным», ни «неконгруэнтным» к пищевой или оборонительной реакции. Если данное движение приводит животное к пище, — оно закрепляется, если то же самое движение отводит животное от пищи, — оно элиминируется. Между данным движением и пищевой реакцией нет никакого постоянного отношения, и если бы мы захотели применить к таким случаям закон «конгруэнтности», мы его лишили бы всякого содержания. Кроме того нужно заметить, что законы «конгруэнтности» и «неконгруэнтности» были созданы *ad hoc* для объяснения фактов, о которых шла речь, и не имеют пока никакого твердого физиологического основания.

Итак, мы видим, что, несмотря на все недостатки теории Торндайка, попытки обойти эту теорию и выяснить формирование навыков без закона эффекта потерпели несомненную неудачу.

IV. ПОПЫТКИ СВЕСТИ НАВЫКИ К УСЛОВНЫМ РЕФЛЕКСАМ

Как выше говорилось, облик теорий формирования навыков совершенно изменился, когда в бихевиористскую психологию проникло учение об условных рефлексах. Основной вопрос, который появляется с этого момента, заключается в том, можно ли или нет, а если можно, то каким образом, свести формирование навыков к выработке условных рефлексов.

Первые авторы, которые этим вопросом занимались, решали его положительно. Типичным в этом отношении является Уотсон. По его мнению, «отношение (между условными рефлексами и навыками) ... совершенно простое. Это отношение части к целому, т. е. условные рефлекс — это элементы, из которых образуются навыки. Другими словами, если сложный навык полностью проанализировать, каждый элемент навыка является условным рефлексом» (Watson, 1924, стр. 166). Автор дает пример условного оборонительного рефлекса, состоящего в том, что вид круга, подкрепляемый электрическим током, вызывает ту же реакцию, что и самый удар током, т. е. движение конечности, и заявляет: «Предположим, что, вместо того чтобы выработать у подопытного индивидуума условный рефлекс, заключающийся в отдергивании ноги на появление света, я вырабатываю у него, скажем, условный рефлекс, состоящий в проделывании одного шага вправо. Когда он поворачивается вправо, перед ним появляется зрительный раздражитель — квадрат. На этот раздражитель он приучен идти пять шагов вперед. Тогда он видит треугольник. На этот раздражитель условный рефлекс состоит в том, чтобы пройти два шага вправо. Тогда он встречает куб. На этот раздражитель он должен пойти прямо три шага, вместо того чтобы повернуться вправо или влево. На этом простом примере видно, что можно вести данного субъекта по всей комнате и вернуть его к исходному пункту» (Watson, стр. 167).

Вот и объяснение, каким образом навыки можно разложить на условные рефлекс! Жалко, что автор забыл сказать, каким именно образом он вырабатывает условный рефлекс, который «вместо отдергивания конечности» состоит «в одном шаге вправо» или «в пяти шагах вперед». Отдергивание конечностей есть безусловная реакция на болевое раздражение; но какой же раздражитель вызывает безусловную реакцию «пять шагов вперед»?

Гораздо более серьезные попытки объяснить образование навыков при помощи условных рефлексов сделаны в последнее время Хеллом (C. L. Hull) и Гатри (E. R. Guthrie). Остановимся сначала на взглядах первого из этих авторов. Его концепции пользуются среди бихевиористов большим успехом, и он является одним из лучших в Америке знатоков учения об условных рефлексах.

Хелл в ряде работ пытается точно и подробно доказать, что все формы двигательной деятельности, которые вырабатываются в экспериментах с животными, т. е. открывание проблемного ящика, «правильная» побегка по лабиринту и элиминирование тупиков, выбор «правильного» пути в ящике различения и даже решение задач в келлеровских опытах можно свести к павловским условным рефлексам (см., например, Hall, 1930 а, б, 1932). Изложение его рассуждений в каждом из этих случаев отдельно заняло бы слишком много места, поэтому мы обратимся сразу к одному из последних произведений автора (Hall, 1937), в котором он в общей форме излагает свои взгляды на формирование всех видов приобретенной деятельности. Так как его толкования изложены в довольно тяжелой форме с избытком всяких формул, определений, теорем и пр., мы постараемся выяснить суть его концепции коротко, своими словами, в немного упрощенном виде.

Хелл, вместо торндайковского «удовлетворяющего и тягостного положения вещей» принимает одно только «подкрепляющее положение вещей» (reinforcing state of affairs), равнозначное павловскому подкрепляющему раздражителю. Подкрепляющим является каждый раздражитель, имеющий свойство укреплять ассоциацию между каким-нибудь другим раздражителем и какой-нибудь реакцией, которые приблизительно совпадают с ним во времени. Какие именно раздражители могут быть подкрепляющими, это определяется на основании эксперимента.

Определив, таким образом, подкрепляющий раздражитель, Хелл следующим образом формулирует образование и исчезновение всяких условных связей. Если какой-нибудь раздражитель (или его следы) много раз применяется одновременно с какой-нибудь реакцией, и это сочетание сопровождается подкрепляющим положением вещей, этот раздражитель постепенно приобретает способность вызывать эту реакцию (образование условного рефлекса). Если данный раздражитель благодаря предыдущим сочетаниям вызывает условную реакцию и это происходит в отсутствии подкрепляющего агента, тенденция вызывать при помощи этого раздражителя данную реакцию уменьшается (угасание условного рефлекса).

Эти положения охватывают, по мнению Хелла, как «павловские условные реакции», так и «торндайковские ассоциативные реакции». Чтобы это доказать, положим, что мы применяем подкрепляющий раздражитель S_u , вызывающий безусловную реакцию R_u , и одновременно с ним раздражитель S_m . Так как раздражитель S_m появляется приблизительно одновременно с реакцией R_u , и это сопровождается подкрепляющим агентом S_u , на основании первого из высказанных положений раздражитель S_m начинает вызывать реакцию R_u . Но это обозначает не что иное, как образование павловского условного рефлекса на раздражитель S_m . Когда S_m перестает сопровождаться раздражителем S_u , на основании второго положения условный рефлекс угасает. Если теперь положим, что на раздражитель S_c животное продельывает реакцию R_c , что одновременно с раздражителем S_c действует другой раздражитель S_n и что это все сопровождается подкрепляющим агентом S_u (вызывающим свою реакцию R_u), то на основании первого из высказанных положений получится, что раздражитель S_n начнет вызывать реакцию R_c . Но здесь мы имеем уже дело не с павловским условным рефлексом, а с явлением, отвечающим образованию торндайковского навыка¹. Если выработанный таким образом рефлекс $S_n \rightarrow R_c$ перестанет

¹ Чтобы это понять, положим, что S_n обозначает обстановку экспериментальной клетки, S_c — раздражители, вызывающие у животного почесывание, R_c — движения почесывания, S_u — пищу. На основании первого положения животное научится, находясь в клетке, производить движения почесывания. Но это ведь не что иное, как выработка торндайковского навыка.

сопровождаться подкрепляющим агентом, — на основании второго положения он угаснет. Так, на основании приведенных положений можно объяснить выработку всяких навыков, их дифференцировку, элиминирование неподкрепляемых движений и пр.

Эта концепция Хелла, на первый взгляд очень внушительная, включает, однако, уже в своей основе коренную ошибку. Если подкрепляющим агентом является «удовлетворяющий» (по Торндайку) агент, например подача пищи, тогда действительно высказанные Хеллом положения (за некоторыми оговорками, которые здесь опустим), **могут** годиться как для павловских, так и для торндайковских типов **реакции**. Но если подкрепляющим агентом является, например, **боле-**вой или, вообще говоря, «тягостный» агент, тогда легко убедиться, что **оба** эти положения не соответствуют действительности. Павловский рефлекс образуется и угасает, как и в первом случае, в соответствии с высказанными законами, но торндайковские реакции протекают совершенно иначе, ибо, как мы знаем из многих бихевиористских опытов и из повседневной жизни, когда реакция Rc, вызываемая раздражителем Sc и сопровождаемая раздражителем Sn, подкрепляется ноцицептивным агентом, раздражитель Sn **вовсе** не начинает вызывать реакцию Rc, а, наоборот, начинает ее тормозить. Лучшим примером такого рода является обучение собаки не мочиться в комнате. Sn представляет в данном случае обстановку комнаты, Sc — внутренние импульсы, вызывающие мочеиспускание, Rc — акт мочеиспускания, Su — удары или иные меры наказания. После ряда сочетаний таких, как указано в первом положении, обстановка комнаты Sn не только не вызывает, но, наоборот, тормозит мочеиспускание Rc. В концепции Хелла кроются и другие ошибки, но останавливаться на них нам кажется излишним ввиду основной погрешности, которую мы только что изложили.

Несколько по-иному подходит к вопросу двигательной деятельности другой тоже известный американский автор Гатри (1935). Исходным пунктом его соображений является следующее положение: «Совокупность раздражителей, которые сопутствовали данному движению, имеет тенденцию при ее повторении вызывать это движение». Другими словами, автор утверждает, что любая двигательная реакция может сделаться условной реакцией на раздражитель, который применялся одновременно с нею. Таким образом, животное учится на данные раздражители производить определенные движения, в чем и заключается сущность приобретения новых навыков. Обучение собаки приходить на зов автор считает типичным примером такого рода. Повторяем кличку собаки и одновременно любым способом принуждаем ее прийти к нам. Затем собака учится приходить, как только ее позовем. Чем чаще повторяем данное сочетание раздражителя и движения, тем лучше вырабатывается между ними условная связь, а из разных сочетаний раздражителей и движений то, которое произошло позже других, имеет, при прочих равных условиях, наибольшую прочность. Таким образом, **на-**ходят свое оправдание законы частоты и свежести.

Если связь между раздражителем и движением упрочивается от всякого повторения их сочетания, без необходимости подкрепления этой связи раздражителем, первично вызывающим это движение, возникает вопрос, каким путем образовавшаяся связь может разрушиться. Это происходит, по мнению автора, таким образом, что, если данное движение под влиянием других агентов (т. е. в силу внешнего торможения) не имело возможности проявиться на данный раздражитель один или несколько раз, тогда этот раздражитель теряет способность вызывать это движение. Так, если во время действия данного раздражителя S, вызывающего условное движение R₁, подействует какой-нибудь агент, провоцирующий движение R₂ и тормозящий движение R₁, и это

повторится несколько раз, раздражитель S перестанет вызывать движение R_1 , а начнет вызывать движение R_2 ¹.

На основании этих соображений Гатри пытается объяснить отнюдь не оспариваемое им действие при образовании навыков «удовлетворяющих» или «тягостных положений вещей». Тягостные агенты — это ведь, по мнению Торндайка, такие, которые вызывают беспокойство и повышенную активность животного. Вследствие этого, если в данной ситуации действует тягостный агент, он вызывает ряд быстро сменяющихся реакций, которые, тормозя друг друга (согласно тому, что было выше сказано), не могут закрепляться. Закрепляется только последняя реакция, которая устраняет тягостность положения и ведет к покою. То же самое происходит и под влиянием удовлетворения. Ведь удовлетворение, согласно Торндайку, определяется как положение вещей, «в котором животному нечего избегать и которое оно стремится сохранить». Итак, если голодное животное, т. е. находящееся в состоянии неудовлетворения, проделывает разные движения, они взаимно друг друга вытесняют, и только последнее «правильное» движение, ведущее к удовлетворению и успокоению, не подвергается вытеснению другими реакциями. Таким образом, мы видим, как, по мнению Гатри, находит свое объяснение закон эффекта полностью в рамках немного видоизмененного учения об условных рефлексах.

Переходя к оценке описанной концепции, нужно сказать, что хотя в ней, несомненно, имеются интересные и оригинальные идеи, она, по нашему мнению, не соответствует действительным фактам. Основной вопрос заключается в том, действительно ли раздражитель, которому сопутствует какое-нибудь движение, приобретает способность вызывать это движение и действительно ли единственным способом разорвать образовавшуюся между ними связь является замена этого движения другим, соединившимся с данным раздражителем на тех же самых началах. По нашему мнению, и то и другое положение является неверным. Когда поднимаем у собаки в станке ногу одновременно с определенным раздражителем, мы не можем добиться никак образования связи между этим раздражителем и движением, несмотря на любое количество применяемых сочетаний, в то время как этот же раздражитель тут же начинает вызывать поднятие ноги, как только это сочетание подкрепляется пищей. Собака научается приходить на зов (если употребить пример Гатри) вовсе не потому, что зов просто сочетался с побегом, а потому, что это сочетание «награждалось» или противоположное поведение собаки «наказывалось». Существуют, правда, в литературе данные, свидетельствующие о так называемом «латентном научении», т. е. доказывающие, что, если данное поведение (например, побег по лабиринту) не подкрепляется пищей, животное все-таки чему-то обучается, так как выработка навыка затем, когда уже пища дается, происходит быстрее (Tolman, 1938). Этот важный вопрос разницы между приобретением (acquisition) навыка и его использованием (utilisation) мы оставим здесь в стороне. Отметим только, что, во-первых, имеющиеся на сегодняшний день экспериментальные данные, касающиеся латентного приобретения навыка, отнюдь не являются

¹ Этот механизм исчезновения выработанной реакции Гатри применяет не только к двигательным, но ко всем условным реакциям. Так, если у животного, имеющего выработанный условный рефлекс, этот рефлекс перестает подкрепляться, угашение его происходит, по мнению автора, не благодаря процессу внутреннего торможения, а потому, что условный раздражитель начинает теперь вызывать какую-то другую реакцию, антагонистическую к предыдущей, которая ее тормозит. Не будь этого, условный рефлекс сохранился бы без перемен, несмотря на отсутствие подкрепления. Иными словами, автор отрицает существование внутреннего торможения, сводя его полностью к внешнему торможению. Этот взгляд разделяют и некоторые другие американские авторы, пытаясь его обосновать экспериментально (Wendt, 1936).

безупречными, во-вторых, как указано ниже, существование латентного научения теоретически мыслимо, но оно не имеет ничего общего с образованием навыков по взгляду Гатри, ибо Гатри допускает выработку не латентных, а явных навыков путем прямого сочетания раздражителя и движения.

Мы не имеем тоже никаких данных, чтобы принять второе основное положение Гатри о том, что угасание навыков (и вообще условных рефлексов) происходит путем внешнего торможения. Следовательно, концепция Гатри нам кажется неприемлемой.

У. ПОПЫТКИ ОТГРАНИЧИТЬ НАВЫКИ ОТ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Мы видим, каким образом разные авторы пытались приложить к навыкам общую формулу условных рефлексов, и какие трудности они встречали на этом пути.

Начиная с 1928 г., я вместе с С. Миллером занялся физиологическим изучением тех форм поведения животных, которые в психологии определяются как навыки. Уже в первых наших опытах (Miller et Kopperski, 1928) мы констатировали, что, хотя эти формы поведения могут с полным успехом и несомненной плодотворностью изучаться с строго физиологической точки зрения, их нельзя целиком подвести под законы классических условных рефлексов, так как двигательный анализатор обладает некоторыми свойствами, которые не присущи другим анализаторам. Мы назвали тогда двигательные рефлексы, отвечающие по своей общей схеме навыкам, условными рефлексами II типа и показали, какие основные различия имеются между протеканием этих рефлексов и обыкновенными условными рефлексами I типа. Спустя несколько лет и в американской литературе стали тоже появляться попытки отделить навыки от условных рефлексов и показать своеобразие обеих форм приобретенной деятельности.

В настоящий момент целый ряд авторов (Thorndike, 1932, гл. XVI; Skinner, 1935; Schlossberg, 1937; Kellog, 1938; Rexroad, 1936; Tolman, 1937) склоняется к мнению, что навыки, т. е. торндайковские реакции, отличаются от простых условных рефлексов, т. е. павловских реакций, и объяснить их при помощи одного механизма невозможно. Но упомянутые авторы, анализируя обе эти формы приобретенных реакций, очень часто указывают на несущественные или мнимые различия между ними, но зато вовсе не отмечают их настоящих специфических особенностей. Так, например, нередко можно встретить мнение, согласно которому навык отличается от условного рефлекса тем, что... он может выработаться после одного сочетания, в то время как условный рефлекс должен якобы непременно образоваться только после многих сочетаний (Skinner, 1937; Thorndike, 1932). Подобные наивные суждения свидетельствуют о том, что американские авторы не вполне еще освоили учение об условных рефлексах. Как пример упомянутых выше взглядов, мы рассмотрим концепцию Скиннера, так как она разработана лучше других и пользуется некоторой известностью.

При построении своей концепции Скиннер исходит из следующих опытов. Крысу впускают в камеру, где находится специальный прибор, состоящий из клавиша (рычага) и кормушки. Когда животное, исследуя помещение, в котором оно находится, нажимает рычаг, в кормушку падает кусок пищи. Таким образом, крыса постепенно учится нажимать рычаг, чтобы добывать себе пищу. Когда, наоборот, нажатие рычага связано с ударом электрическим током, животное перестает проделывать это движение.

По Скиннеру, явление, заключающееся в том, что нажатия рычага животным учащаются, когда за ними следует пища, и исчезают, когда за ними следует ток, не могут быть подведены под формулу павлов-

ского условного рефлекса, и он считает их рефлексами особого рода¹.

Главная разница между обоими видами рефлексов состоит, по его мнению, в следующем: в павловском условном рефлексе образуется совершенно новая связь между условным раздражителем и реакцией, в то время как в условных рефлексах нового типа связь между раздражителем и реакцией существует с самого начала (крыса в обстановке опыта нажимает рычаг в результате ориентировочно-исследовательской деятельности), и она под влиянием подкрепления пищей только усиливается, а под влиянием подкрепления током ослабевает.

Рассматривая концепцию Скиннера, мы лишний раз убеждаемся, как слишком сложная и несоответствующая постановка опытов может вести к совершенно ложным выводам. В дальнейшем мы убедимся, что суть дела в образовании рефлексов, о которых говорит Скиннер, вовсе не заключается ни в усилении, ни в ослаблении существующих связей и что мнимое усиление существующего уже рефлекса под влиянием пищевого подкрепления — лишь случайное явление, связанное с применением этим автором методикой. Надо отметить, что в ответ на ряд сделанных ему возражений Скиннер значительно изменил свою концепцию, но так как новые взгляды автора имеют сугубо спекулятивный характер, мы не будем ими подробно заниматься (см. Skinner, 1937; Konorski et Miller, 1937 a, b).

VI. УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ II ТИПА. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Почему американская психология, несмотря на столь многочисленные попытки, не сумела дать ни одной сколько-нибудь удовлетворительной теории приобретенной двигательной деятельности животных? Нам кажется, что причины этого явления следующие: во-первых, авторы, о которых идет речь, не обладают (как указал Павлов в «Ответе физиолога психологам») остро и последовательно физиологическим мышлением, очень легко «отрываются от действительности» и, как мы видели, часто строят концепции сугубо спекулятивные, которые разрушаются при малейшем соприкосновении с экспериментальными фактами; во-вторых, они очень часто не имеют достаточных знаний в области физиологии, особенно физиологии высшей нервной деятельности; в-третьих, они приняли неправильный метод изучения занимающего нас вопроса, исходя из очень сложных и скорее случайно подобранных фактов, вместо того чтобы создавать эксперименты, специально направленные на изучение поставленных вопросов. Изучение основных законов двигательной приобретенной деятельности на основе результатов, получаемых в опытах с экспериментальным ящиком, лабиринтом и т. д., нам кажется не менее неправильным, чем если бы мы изучали основные законы тяготения, опираясь на факты... осеннего падения листьев с деревьев. Здесь не помогут никакие статистики и никакие ссылки на распространенность данных фактов, если эти факты слишком сложны и запутаны для первоначального анализа.

Одна из основных предпосылок предпринятого нами изучения приобретенной двигательной деятельности животных заключалась в том, чтобы явления, которые будут подвергаться анализу, были получены, по возможности, в самой чистой форме, чтобы они были просты, легко измеряемы и, наконец, чтобы причины их возникновения были легко уловимы.

Исходя из этих соображений, мы избрали в качестве изучаемого двигательного акта поднятие ноги у собаки. Это движение является

¹ Автор называет эти рефлексы условными рефлексами I типа, в то время как павловский условный рефлекс обозначается им как условный рефлекс II типа. Ввиду того, что эта нумерация нам кажется нелогичной и что она была дана значительно позже нашей, мы считаем правильным ее отбросить.

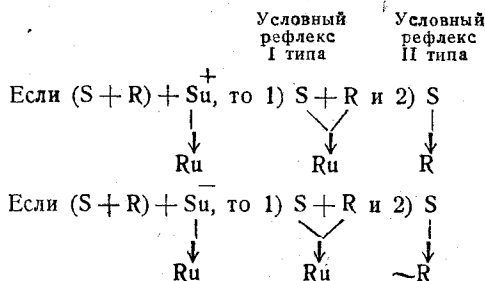
относительно простым, легко поддается записи, вызывается без особых затруднений. Собака как объект исследования высшей нервной деятельности является до сих пор непревзойденной, и избрание ее позволяет не только применять общий метод исследований, принятый и разработанный школой Павлова, но и вести изучение двигательной деятельности в тесной связи со слюнными условными рефлексам.

Отправным пунктом наших опытов были те же самые явления, которые лежат в основе бихевиористских исследований и заключаются в том, что двигательные акты, ведущие к «удовлетворению» животного, каким-то путем закрепляются, в то время как двигательные акты, следствием которых является «неудовлетворение», как-то подавляются и исключаются.

Если мы постараемся воспроизвести эти явления в самой простой и наилучшей для анализа форме, то мы придем к следующего рода опытам (Konorski et Miller, 1930, 1933, 1936): у собаки, стоящей в станке, любым путем (раздражая стопу электрическим током, сгибая ногу «пассивно» и т. п.) вызываются поднятия ноги. Каждое поднятие подкрепляется в одном случае пищей, в другом — болевым раздражителем или вливанием в рот собаки отвергаемого вещества (например, кислоты). В первом случае мы убедимся, что собака начнет после некоторого времени поднимать ногу без нашего участия, и если каждое такое активное движение будет в дальнейшем подкрепляться пищей, она скоро научится поднимать ногу, как только окажется в тех условиях, в которых выработка данного рефлекса имела место. Во втором случае собака начнет, наоборот, сопротивляться сгибанию, и, если только это сопротивление будет эффективно, оно запечатлится, и собака в условиях нашего эксперимента научится отвечать экстензией на попытку согнуть ее конечность.

Проанализируем ближе эти явления. Если сгибание ноги сопровождается подачей пищи или вливанием в рот собаки кислоты, тогда на основании общих законов образования условных рефлексов на сгибание как на кинестетический раздражитель выработается соответствующий условный рефлекс, заключающийся в слюноотделении и определенных двигательных реакциях (поворот к кормушке — в случае пищевого рефлекса, чавканье — в случае кислотного рефлекса и т. п.). Но, кроме того, как видим из приведенных опытов, получится еще иной эффект, которого нельзя предвидеть, исходя из общих законов условных рефлексов, а именно тот, что в случае пищевого подкрепления собака начнет в обстановке данного опыта производить движение сгибания, в случае же кислотного подкрепления — движение разгибания.

Обозначая через S сумму раздражителей, представляющих собой обстановку опыта, через R — движение сгибания ноги (и соответствующее кинестетическое раздражение), через $\sim R$ — движение разгибания, через Su^+ — подачу пищи, через Su^- — вливание кислоты и через Ru — слюноотделение, можем схематически описанное явление представить следующим образом:



Первое из представленных в обеих схемах явлений — это классический павловский условный рефлекс, который будем называть условным рефлексом I типа. Второе из представленных явлений, общая формула которого совсем иная, чем у первого, будем называть условным рефлексом II типа, не предпреляя, впрочем, пока вопроса, можно или нет физиологический механизм этого рефлекса свести полностью к тем законам, которые лежат в основе условной связи I типа. Безусловные подкрепляющие раздражители, содействующие выработке рефлекса, эффектом которого является вызываемое нами движение, будем называть положительными безусловными раздражителями; подкрепляющие раздражители, содействующие выработке рефлекса, эффектом которого является движение антагонистическое к вызываемому, будем называть отрицательными безусловными раздражителями.

Основные различия между условными рефлексами I и II типов, как видно из приведенных выше формул, таковы:

1. Условная реакция I типа является всегда воспроизведением реакции на подкрепляющий безусловный раздражитель, т. е. содержит только те элементы, которые присущи подкрепляющему рефлексу, в то время как эффектом условного рефлекса II типа является любое движение животного, до сих пор не имевшее ничего общего с пищевой, кислотной или болевой реакцией. Поэтому если в условном рефлексе I типа приобретенной является только афферентная сторона, в условном рефлексе II типа приобретенной является как афферентная, так и эфферентная сторона рефлекторной дуги.

2. Протекание условного рефлекса I типа тогда, когда подкрепляющим агентом является пища (т. е. Su) и кислота или болевое раздражение (т. е. Su), совершенно одно и то же: условный рефлекс всегда является копией безусловного рефлекса, каков бы он ни был (пищевой, оборонительный, половой и пр.). Что же касается условных рефлексов II типа, то их форма протекания зависит от того, является ли подкрепляющий раздражитель положительным или отрицательным; в первом случае животное проделывает вызываемое у него движение, во втором сопротивляется ему.

3. Эффектом условного рефлекса I типа может быть любая как двигательная, так и вегетативная реакция организма, которая входит в состав безусловных отправлений животного. Эффектом же условного рефлекса II типа могут быть, как нам кажется, только двигательные реакции (поперечно-полосатых мышц), что и придает этим реакциям характер «произвольности» по сравнению с вегетативными функциями.

Дальнейшим шагом на пути анализа условных рефлексов II типа является выработка этого рефлекса не на обстановку, а на какой-нибудь определенный, «спорадический» раздражитель. Чтобы это осуществить, мы можем (принимая во внимание сначала пищевые рефлексы) поступать двумя способами. Во-первых, мы можем сначала выработать данный двигательный условный рефлекс (II типа) на обстановку, а затем подкреплять пищей только те активные движения, которые сопровождаются действием применяемого раздражителя. В итоге животное начнет производить выработанное движение только на этот раздражитель. Второй способ состоит в том, что мы с самого начала сочетаем данный раздражитель (например, метроном) с движением (например, поднятием ноги), вызываемым любым образом, и подкрепляем эту комбинацию пищей.

При этой последней постановке опыта обнаруживается факт большой теоретической важности. Он заключается в том, что нельзя у собаки добиться образования двигательного условного рефлекса на

метроном, применяя только комплекс, состоящий из метронома и поднятия ноги, и подкрепляя его каждый раз пищей. Зато этот рефлекс очень легко образуется, если применять, наравне с подкрепляемой пищей комбинацией метронома и движения, один метроном без движения и без пищи. Если мы применяем прямо подкрепляемый пищей комплекс, состоящий из экстероцептивного раздражителя и движения, мы можем легко убедиться, что каждый из компонентов этого комплекса независимо друг от друга связывается с пищей: на метроном появляется слюноотделение, а кроме того, животное начинает во время опыта активно поднимать ногу — симптом, что на кинестетическое раздражение тоже образовался пищевой условный рефлекс. Но метроном и движение никак не связываются друг с другом, даже наоборот, движения ноги, часто появляющиеся в промежутках (и, конечно, не подкрепляемые пищей), на звук метронома тут же прекращаются. Зато стоит только несколько раз применить метроном без подкрепления (или даже начать применять метроном продолжительное время, выжидая пока собака подымет ногу и тогда давая подкрепление), как движения начинают появляться и на метроном, а затем только на метроном.

Аналогично с пищевыми рефлексам, если желаем выработать условный оборонительный рефлекс II типа на какой-нибудь конкретный раздражитель, нужно применять этот раздражитель вместе с движением, подкрепляя этот комплекс безусловным отрицательным агентом (например, вливанием в рот кислоты), в то время как один экстероцептивный раздражитель и одно движение не подкрепляются.

Кроме двух перечисленных случаев возникновения занимающих нас двигательных условных рефлексов, мыслимы еще два, когда движение вместо того, чтобы вести к подкрепляющему агенту, предотвращает его действие. Так, если экстероцептивный раздражитель сопровождается пищей, а этот раздражитель в сочетании с данным движением не подкрепляется, можно ожидать, что животное будет стараться воздержаться от выполнения этого движения. Наоборот, если определенный раздражитель подкрепляется кислотой, а этот раздражитель в сочетании с данным движением не подкрепляется, тогда можем ожидать, что животное станет на раздражитель производить это движение, не допуская, таким образом, применения безусловного отрицательного агента.

Соответствующие опыты были нами проведены с положительным результатом (Конорский и Миллер, 1936). Таким образом мы получаем 4 возможных вариации условных рефлексов II типа, которые вероятно (вместе с некоторыми их разновидностями)¹, исчерпывают все случаи такого рода поведения животных. Они представлены в следующей таблице.

Группы, комплекс S + R	Раздраж. S	Реакция R	Подкрепл. раздражитель	Рефлекс
I подкрепляется	не подкрепляется	не подкрепляется	положительный	$S \longrightarrow R$
II подкрепляется	не подкрепляется	не подкрепляется	отрицательный	$S \longrightarrow \sim R$
III не подкрепляется	подкрепляется	не подкрепляется	положительный	$S \longrightarrow \sim R$
IV не подкрепляется	подкрепляется	не подкрепляется	отрицательный	$S \longrightarrow R$

¹ Эти разновидности заключаются в том, что животное может при помощи приобретенного движения прекращать действие отрицательного безусловного агента, препятствовать прекращению положительного безусловного агента и т. п.

VII. ПИЩЕВЫЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ II ТИПА

Чтобы подойти ближе к изучению механизма интересующих нас здесь рефлексов, мы остановимся в этой статье на тех их разновидностях, в которых животное учится производить вызываемое движение (т. е. на I и IV группах), так как эти группы легче двух остальных поддаются анализу и одновременно вскрывают все особенности условных рефлексов II типа.

Мы говорили выше, что для образования пищевого двигательного условного рефлекса (группа 1-я) нужно применять, кроме подкрепляемого пищей сочетания, состоящего из данного раздражителя и движения, один раздражитель, без движения и без пищи, т. е. нужно дифференцировать от комплекса $S + R$ один раздражитель S.

Из опытов Зеленого, Мануйлова и Крылова (Павлов, 1927), а также из общих законов учения об условных рефлексах известно, что это происходит благодаря превращению условного раздражителя S в тормозный раздражитель. А если так, то возникает вопрос, как будут влиять на выработанное движение другие тормозные пищевые раздражители.

С этой целью были предприняты опыты такого рода (Konorski et Miller, 1930, 1933, 1936): у собаки вырабатывается условный пищевой рефлекс (I типа) на раздражитель S_1 и к нему дифференцировка на сходный с ним раздражитель S_2 . Затем вырабатывается условный двигательный пищевой рефлекс (II типа) на раздражитель S, заключающийся в движении R. Когда рефлекс этот образован и собака в промежутках не производит уже движения R, мы применяем раздражители S_1 и S_2 . Оказывается, что условный раздражитель S_1 дает свою собственную двигательную реакцию (поворот головы к кормушке и т. п.), зато тормозный раздражитель S_2 , если только дифференцировка не является слишком укрепленной, вызывает движение R. Точно так же, если начнем угашать условный раздражитель S_1 , то тут же появятся раньше никогда в связи с ним не выступавшие движения R.

Из этих опытов следует 1) что если мы выработали условный двигательный пищевой рефлекс $S \rightarrow R$, движение R отнюдь не является приуроченным к раздражителю S, но может появляться и под влиянием других агентов, и 2) что теми агентами, которые способны вызывать движение R, являются в первую очередь внутренние тормозы пищевой реакции в известной стадии торможения¹. Одновременно мы видим, что на раздражитель S условный двигательный рефлекс выработался не потому, что этот раздражитель сочетался постоянно с движением R, а потому, что мы превратили его во внутренний тормоз.

Из того факта, что всякие тормозные раздражители в соответствующей стадии торможения вызывают приобретенную двигательную реакцию и что сам раздражитель, на который данное движение было выработано, тоже является частично заторможенным условным раздражителем, вытекает, что если у животного имеется ряд пищевых условных рефлексов II типа: $S_1 \rightarrow R$, $S_2 \rightarrow R_2$, $S_3 \rightarrow R_3$ и т. д., каждый из раздражителей S_1 , S_2 , S_3 и т. д. должен, кроме (или вместо) «своей» двигательной реакции, вызывать и другие выработанные движения. Этот факт действительно имеет место, и условия, в которых он происходит, дают добавочный материал к пониманию механизма двигательных условных рефлексов.

Приводим вкратце соответствующие опыты (Konorski et Miller, 1933, 1936).

¹ О возможности вызывать выработанные движения при помощи условных раздражителей см. Konorski et Miller, 1936, стр. 180.

1. Мы выработали у собаки условный рефлекс II типа, заключающийся в том, что на звук метронома собака лаяла и после каждого лая получала пищу. Опыты велись в обыкновенной комнате без станка. Затем мы выработали в станке другой условный рефлекс II типа, состоящий в поднятии задней левой ноги на тон. Когда этот рефлекс был упрочен и собака находилась в станке, мы дали неприменявшийся уже метроном. Собака стала поднимать заднюю левую ногу и только тогда, когда звук метронома продолжался дольше, начала лаять.

2. У собаки вырабатываются два условных пищевых рефлекса II типа: тон — поднятие задней ноги и свет — поднятие передней ноги. Оба этих рефлекса вырабатывались отдельно, причем во время их выработки к соответствующей ноге была прикреплена повязка, соединенная с записывающим прибором. Когда оба рефлекса образовались, оказалось, что при повязке на передней ноге собака поднимает эту ногу и на свет, и на тон, а при повязке на задней ноге на оба эти раздражителя появляется движение только задней ноги.

Итак, мы снова видим, что данная выработанная двигательная реакция может в соответствующих условиях вызываться не только тем раздражителем, на который она была выработана, но и другими раздражителями, а данный раздражитель может вызывать не только ту двигательную реакцию, которая в связи с ним вырабатывалась, но и другие приобретенные двигательные реакции.

Как систематизировать и объяснить описанные выше факты?

Из приведенных опытов видно, что когда мы вырабатываем на какой-нибудь раздражитель двигательный условный рефлекс (II типа), у животного возникает своеобразная «готовность» произвести данное движение, благодаря которой это движение может появляться под влиянием разных других раздражителей. Дальше оказывается, что эта готовность не является неизменной, но зависит от ряда факторов, и, меняя эти факторы, мы можем ее увеличивать или уменьшать. Итак, мы видим, что когда мы выработали благодаря подкреплению пищей двигательный условный рефлекс, появление соответствующей двигательной реакции зависит от двоякого рода агентов. С одной стороны, мы имеем дело с определяющими агентами, такими, как повязка на данной ноге, обстановка опыта и пр., которые сами по себе никакой двигательной реакции не вызывают, но которые определяют, может ли данное выработанное движение появиться, или, если имеется несколько выработанных движений, которое из них может осуществиться. С другой стороны, имеются вызывающие агенты, под влиянием которых появляются движения, намеченные действующими в данный момент определяющими агентами. Из приведенных выше фактов видно, что определяющими агентами являются все те раздражители и их комплексы (одни в большей, другие — в меньшей мере), в присутствии которых данное движение вырабатывалось. Вызывающими агентами являются для нас пока внутренние тормозы пищевой реакции.

Итак, если на данный раздражитель появляется данная выработанная двигательная реакция, это происходит потому, что, с одной стороны, имеющиеся налицо определяющие агенты создали готовность к появлению именно этой реакции, с другой — действующий в данный момент вызывающий агент «дал приказ» исполнить это движение. Стоит отметить, что чем больше определяющих агентов для данного движения имеется налицо в данный момент, тем легче это движение получается и наоборот, чем определяющих агентов меньше, тем более сильным должен быть вызывающий агент, чтобы движение могло появиться. В качестве примера такого факта может служить первый из приведенных выше опытов, касающихся подмены движений. Когда мы дали метроном в обстановке, в которой он никогда не применялся,

определяющих агентов для соответствующей реакции (лая) было очень мало, и потому эта реакция появилась только тогда, когда метроном, действуя продолжительное время, вызвал сильное возбуждение животного.

На основании вышесказанного очень легко удастся объяснить все бихевиористские опыты, касающиеся выработки навыков. Возьмем для примера метод проб и ошибок, представляющий столько трудностей для психологов. Когда животное помещается в клетке и перед его глазами появляется пища, на него действует условный натуральный раздражитель, и животное пытается захватить пищу, но так как это физически невозможно, пищевой условный рефлекс подвергается (сплошному) угашению, вид пищи из условного раздражителя превращается постепенно во внутренний тормоз пищевой реакции и как таковой является вызывающим агентом по отношению к имеющимся у данного животного движениям. Следовательно, начинают появляться разные двигательные реакции, находящиеся в «репертуаре» данного животного и намеченные данной ситуацией как определяющим фактором. Другими словами, животное начинает производить движения, которые в тех же или сходных условиях вели к пище (или к другим положительным раздражителям). Те из этих движений, которые не подкрепляются пищей, постепенно тормозятся, в то время как подкрепляемое, т. е. «правильное», движение запечатлется на основании законов формирования условного рефлекса II типа. Чем богаче репертуар движений у данного животного, тем разнообразнее будет его деятельность и к тем более «трудному» движению открывания клеток оно способно.

Заканчивая этот обзор пищевых условных рефлексов II типа, мы отметим, что благодаря тому обстоятельству, что как выработка, так и дальнейшее существование этих рефлексов в полной мере зависят от пищевого подкрепления совершенно так же, как выработка и существование слюнного условного рефлекса, мы имеем возможность производить на двигательных условных рефлексах точно те же «операции», которые мы производим на условных рефлексах I типа. Так, мы можем на пищевом двигательном условном рефлексе производить угашения, вырабатывать различные дифференцировки, исследовать динамику возбуждения и торможения и пр. Так как двигательная реакция протекает в этих случаях в основном и в общих чертах параллельно слюнной реакции, то общие законы высшей нервной деятельности могут изучаться на приобретенной двигательной реакции с некоторым приближением к точности слюнной методики в тех случаях, когда последняя по каким-либо причинам неприменима или неудобна. Это именно дало возможность многим авторам применять двигательную методику вместо слюнной для изучения не специфических свойств двигательных рефлексов, а общих свойств условных связей. Это обстоятельство было тоже, несомненно, причиной того факта, что рассматриваемые нами двигательные условные рефлексы так часто смешивались с простыми условными рефлексами и что существует еще и сейчас тенденция отождествлять оба типа рефлексов.

VIII. УСЛОВНЫЕ ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ II ТИПА

Переходим теперь к IV группе условных рефлексов II типа, заключающейся в том, что животное учится на данный раздражитель производить движение, которое предотвращает действие безусловного отрицательного агента.

Выработка рефлекса протекает таким путем, что сначала на данный раздражитель S образуется обычный условный кислотный рефлекс, а затем от времени до времени к этому раздражителю присоединяется

пассивное движение R, и это сочетание не подкрепляется кислотой. Вскоре животное начинает на раздражитель S само производить движение R. Как видно из условий опыта, раздражитель, когда он начинает вызывать движение R, является кислотным условным раздражителем. И вот если мы вместо него применим какой-нибудь другой кислотный условный раздражитель, то окажется, что он тут же начнет вызывать движение R, хотя раньше никогда с этим движением не сочетался. Такое же действие имеет и сам безусловный раздражитель — вливание кислоты. Итак, мы видим, что и в этой группе рефлексов двигательная реакция отнюдь не является приуроченной к раздражителю, на который она вырабатывалась, но может появляться под влиянием других агентов, в данном случае активных условных кислотных раздражителей.

На основании приведенных данных мы можем прийти к выводу, что аналогично пищевым условным рефлексам II типа и здесь при образовании условного рефлекса возникает готовность к появлению данного движения, благодаря которой оно обнаруживается под влиянием разных агентов. Легко убедиться, что эта готовность зависит, как и при пищевых рефлексах, от присутствия определяющих агентов, т. е. совокупности тех раздражителей, при которых данный рефлекс вырабатывался. Но в то время как при пищевых рефлексах вызывающим агентом являлся пищевой внутренний тормоз, здесь вызывающим агентом является кислотный (и вообще оборонительный) условный и безусловный раздражитель.

Стоит отметить, что как существование двигательного пищевого условного рефлекса зависело от подкрепления пищей, так существование оборонительного (кислотного) условного рефлекса II типа зависит от его неподкрепления, так как кислота дается только в том случае (при хорошо выработанном рефлексе почти не встречающемся), когда собака на раздражитель S не проделает движения R. Из этого вытекает, что условный оборонительный рефлекс II типа не является столь «пластичным» в наших руках, как пищевой условный рефлекс II типа, и те «операции», которые мы можем производить на пищевых условных рефлексах, совершенно не применимы на оборонительном рефлексе: не поддаваясь угашению, он недоступен и другим видам внутреннего торможения. Его большая прочность и неизменность, как и отсутствие подкрепления, напоминают по внешнему виду безусловный рефлекс. «Угасить» оборонительный условный рефлекс II типа мы можем, единственно подкрепляя его отрицательным безусловным агентом, например кислотой.

Если приведенные выше толкования являются правильными, мы должны ожидать, что подмена движений должна осуществляться не только в границах одной и той же деятельности (пищевой, кислотной или какой-либо другой), но и между разными деятельностями, т. е. что заменять друг друга могут не только разные пищевые или разные кислотные движения, но что пищевые движения могут появляться вместо кислотных, кислотные вместо других оборонительных, и т. д. Предположение это полностью подтверждается. Действительно, мы могли убедиться (Konorski, 1939) в многочисленных опытах, что условный раздражитель, сигнализирующий, например, вдвигание собаке воздуха в ухо, вызывает движения, выработанные как оборона против кислоты, что внутренний тормоз пищевой реакции способен вызывать те же движения и, наоборот, условный кислотный раздражитель способен вызывать движения, выработанные при помощи пищевого подкрепления; при этом выступает интересный и важный факт, что довольно существенным определяющим агентом, детерминирующим, которое из движений может появиться, является имеющийся в данный момент «безусловный фон». Другими словами, если у собаки выработаны разные услов-

ные рефлексы II типа (пищевые и оборонительные), то, когда она находится в состоянии повышенной пищевой возбудимости, имеют тенденцию предпочтительно (но не исключительно) появляться движения, выработанные при помощи пищевого подкрепления; когда же она находится в состоянии повышенной оборонительной возбудимости, предпочтительно появляются выработанные оборонительные движения. Более подробное описание всех имеющихся здесь отношений выходит за рамки настоящей статьи.

IX. ПОПЫТКА ТОЛКОВАНИЯ МЕХАНИЗМА УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ II ТИПА

Заканчивая эту статью, мы попробуем сделать еще один шаг вперед на пути физиологического анализа приобретенных движений и постараемся объяснить, какие корковые процессы могут лежать в их основе.

Не подлежит никакому сомнению, что готовность к появлению данного движения, которая лежит в основе выработки условных рефлексов II типа, в переводе на язык физиологических механизмов означает повышение возбудимости соответствующего двигательного коркового центра. Об этом говорит как совокупность представленных выше фактов, так и предпринятое нами непосредственное изучение электровозбудимости двигательных центров коры (Konorski et Lubinska, 1939). В результате наших опытов оказалось, что электровозбудимость данного двигательного центра коры, изучаемая непосредственно при помощи вращенных электродов, растет при выработке условного пищевого рефлекса II типа, эффектом которого является соответствующее движение.

Какими факторами обусловлено это хронически полученное состояние повышенной возбудимости и в чем оно заключается? Основным рычагом его образования является подкрепление пищей (или неподкрепление кислотой в оборонительных рефлексах) комплекса проприоцептивных раздражений, идущих от данного движения. Но, кроме того, это повышение возбудимости зависит, как мы видели, от определяющих агентов, т. е. от создания тех условий, в которых данное движение вырабатывалось и культивировалось. Этот последний факт позволяет нам сделать предположение, что повышение возбудимости данного двигательного центра возникает, по крайней мере частично, путем ассоциативных механизмов, т. е. что между корковым центром данного движения и центрами раздражителей, входящих в состав определяющих агентов, образуются связи в направлении к двигательному центру. Благодаря этим связям при действии упомянутых раздражителей центр данного движения бомбардируется нервными импульсами, вызывающими в нем увеличение «состояния возбуждения» (central excitatory state). Это и выясняет нам, почему чем больше определяющих агентов действует в данный момент, тем ярче выражено повышение возбудимости двигательного центра, и почему разные определяющие раздражители отнюдь не являются равноценными. Так, сильное определяющее влияние повязки, прикрепленной на той ноге, движение которой вырабатывается, объясняется, несомненно, тем, что между тактильными и двигательными центрами одной и той же ноги особенно легко и обильно могут образоваться связи.

При изложенном толковании фактов возникают два важных вопроса. Первый заключается в том, образуется ли связь между центрами определяющих раздражителей и двигательным центром, создающая готовность к появлению данного движения только тогда, когда это движение подкрепляется положительным раздражителем (или не подкрепляется отрицательным), или же она возникает и без этого условия. Другими словами, существует или нет явление, названное американски-

ми психологами «латентным научением». На этот вопрос могут дать ответ дальнейшие опыты.

Второй вопрос состоит в том, имеет ли повышенная возбудимость двигательного центра, полученная при выработке условного рефлекса II типа, исключительно ассоциативное происхождение, или же она является частично продуктом перестройки самого центра этого движения, благодаря которой растет его чувствительность на всякие доходящие до него импульсы. На этот вопрос трудно в настоящий момент дать точный ответ. Нам кажется, что в некоторых случаях такая перестройка двигательного центра, действительно, происходит помимо образования соединений между ним и центрами определяющих агентов. А именно, когда движение, которое мы вырабатываем, является для животного относительно новым движением, когда оно в такой форме или в изоляции от других движений никогда прежде этим животным не производилось, когда оно возникает путем длительной тренировки, в которой оно уточняется, дифференцируется от других сходных движений и делается все более и более самостоятельным и «совершенным», — тогда, пожалуй, приходится говорить о перестройке данного двигательного центра. Заключается ли эта перестройка в образовании более тесных связей между клетками данного центра, в росте и дифференциации нейронов, в создании условий для укороченной хронаксии — это вопрос, который в настоящее время не может быть разрешен. Когда же при выработке двигательных условных рефлексов II типа мы используем «готовое» движение, которое в жизни животного уже выполнялось в такой же форме, но под влиянием других раздражителей, тогда, конечно, мы можем думать только об образовании в коре новых связей с центром этого движения. Итак, при выработке данного двигательного акта, с одной стороны, образуются новые связи между соответствующим двигательным центром и другими центрами, с другой стороны, наступает какое-то развитие и усовершенствование самого двигательного центра.

Как мы видели выше, определяющие агенты сами по себе не вызывают данного движения, а только его намечают. Для его появления нужен вызывающий агент, который, с своей стороны, является более или менее «безадресным», т. е. адресуется всюду, где имеется наличное состояние повышенной возбудимости (ср. принцип доминанты А. А. Ухтомского). В чем заключается физиологическая суть действия вызывающих агентов, это определить труднее. Нужно принять на основании фактов, что эти агенты имеют свойство повышать возбудимость всей двигательной области, благодаря чему те центры, тонус которых по тем или иным причинам повышен, отвечают на их зов, разряжаясь под их влиянием. В пользу этого говорит тоже общее наблюдение над поведением животного. Во время действия сильного вызывающего агента животное обнаруживает общее двигательное возбуждение, иногда очень сильное, которое свидетельствует о большом возбуждении двигательной сферы; окончательное выяснение этого вопроса мы получим тогда, когда нам удастся изучить действие вызывающих агентов на непосредственно измеряемую возбудимость коры.

Если действие определяющих агентов сводится к большему или меньшему повышению возбудимости данного двигательного центра и если вызывающие агенты повышают предположительно возбудимость всей двигательной коры, понятно, что совместное действие обоих типов агентов разряжается в надпороговом возбуждении двигательного центра и, следовательно, в появлении соответствующего движения.

В заключение приведенных выше рассуждений следует отметить, что, говоря о двигательном корковом центре, мы умышленно не уточняем ближе его характера. Имеем ли мы здесь дело в сущности с

кинестетическим центром, как предполагал Павлов и что кажется нам больше всего вероятным, или же с «настоящим» двигательным центром, на это нельзя дать ответа, исходя из экспериментальных данных.

Излагая наши предположения и рассуждения относительно физиологического механизма некоторых форм приобретенной двигательной деятельности, мы отнюдь не должны забывать о крупных вопросах, связанных с этой деятельностью и ожидающих еще своего разрешения. Это, в частности, те же вопросы, которые ставил Торндайк, а именно, в чем заключается физиологическая сущность положительных и отрицательных раздражителей и почему при помощи первых запечатляются те движения, которые ими подкрепляются, а при помощи вторых запечатляются те движения, которые ими не подкрепляются. И хотя мы в настоящий момент не умеем дать на эти вопросы исчерпывающий ответ, нам уже теперь при помощи физиологических методов удалось немного приблизиться к их выяснению, и мы не сомневаемся, что их окончательное решение будет полностью достоянием физиологии высшей нервной деятельности, как отрасли всемогущего естествознания (Павлов).

ЛИТЕРАТУРА

- Guthrie E. R. 1935. The psychology of learning. New York and London.
- Obhous L. T. 1926. Mind in evolution. London (1-е изд. 1901).
- Hofmes S. J. 1911. The evolution of animal intelligence. N.-Y. Цит. по Thorndike educational psychology, t. I.
- Hull C. L. 1930. a) Simple trial and error learning; a study in psychological theory. Psychol. rev., 37, 241; b) Knowledge and purpose as habit formation. Psychol. rev., 37, 511.—1932. The goal gradient hypothesis and maze learning. Psychol. rev., 37, 25. 1937. Mind, mechanism and adaptive behavior, Psychol. rev., 44, 1.
- Konorski J. 1939. Sur la variabilité des réactions conditionnelles motrices. (Les principes d'aiguillage cortical.) Przegl. fizjol. ruchu, 9.
- Konorski J. et Libinska L. 1939. Sur un procédé nouveau d'élaboration des réflexes conditionnels du II type et sur les changements d'excitabilité du centre cortical moteur au cours de l'apprentissage. Acta biol. exper., 13, 143.
- Konorski J. et Miller S. 1930. L'influence des excitateurs absolus et conditionnels sur les réflexes conditionnels de l'analyseur moteur, C. r. Soc. biol., 104, 911.—1933. Les principes fondamentaux de la théorie physiologique des mouvements acquis. Les réflexes conditionnels moteurs. Med. dosw. i spo., 16.—1936. Условные рефлекс двигательного анализатора. Тр. физ. лабор. ак. Павлова, 6, 119.—1937. a) On two types of conditioned reflex. J. gen. psych., 16, 264; b) Further remarks on two types of conditioned reflex. J. gen. psych., 17, 405.
- Kellog W. N. 1938. An eclectic view of some theories of learning. Psychol. rev., 45, 165.
- Miller S. et Konorski J. 1928. Sur une forme particulière des réflexes conditionnels. C. r. Soc. biol., 99, 1155.
- Павлов И. П. 1927. Лекции о работе больших полушарий головного мозга.—1938. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. 6-е изд. М.—Л.
- Rehrood C. N. 1936. Types and methods of learning. J. gen. psych., 15, 196.
- Рубинштейн С. Л. 1939. Необихевиоризм Тольмана. Ленингр. гос. пед. ин-т им. Герцена. Ученые записки 18, 115.
- Schildssberg H. 1937. The relationship between success and the laws of conditioning. Psychol. rev., 44, 379.
- Skinner B. F. 1932. On the rate of formation of a conditioned reflex. J. gen. psych., 7, 274.—1935. Two types of conditioned reflex and a pseudo-type. J. gen. psych., 12, 66.—1937. Two types of conditioned reflex: a reply to Konorski and Miller. J. gen. psych., 16, 272.
- Smith S. 1908. The limits of educability in Paramecium. J. of comp. neur. and psych., 18, 499. Цит. по Thorndike educational psychology, 10.
- Thorndike E. L. 1911. Animal intelligence. New York, 1898.—1921. Educational psychology. New York.—1932. Fundamentals of learning. New York.—1938. The law of effect. A round table discussion. Psychol. rev., 45, 191.
- Tolman E. C. 1932. Purpose behavior in animals and men. New York.—1937. The acquisition of string-pulling by rats—conditioned response or gestalt. Psych. rev., 44, 195.—1938. The law of effect. A round table discussion. Psych. rev., 45, 191.
- Watson J. B. 1924. Behaviorism. N. Y.
- Wendt. 1936. An interpretation of inhibition of conditioned reflexes as competition between reaction systems. Psych. rev., 43, 258.