

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

ВРЕМЯ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВРЕМЕННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СИГНАЛОВ СТИМУЛОВ

В. И. СТЕПАНСКИЙ

(НИИ общей и педагогической психологии АПН СССР, Москва)

Одним из видов сенсомоторного реагирования является простая сенсомоторная реакция, основным количественным показателем которой служит время, проходящее между появлением условного сигнала и обусловленным ответным движением испытуемого. В психологической литературе этот показатель обычно называется временем реакции (ВР), а в физиологической — используется термин — латентный период реакции.

При рассмотрении факторов, детерминирующих ВР, много внимания уделяется изучению зависимости ВР от длительности интервалов между последовательно появляющимися сигналами. Этот аспект изучения сенсомоторики имеет большое практическое значение, так как в трудовой деятельности часто оказывается необходимым обеспечить своевременное реагирование на определенные, заранее известные оператору, сигналы. В ряде профессий от скорости реакции человека-оператора зависит успех всей деятельности в целом, например, при управлении объектами, движущимися с повышенными скоростями. В сходном положении оказывается оператор на ряде химических производств, оператор за некоторыми пультами слесария и др.

При изучении зависимости ВР от длительности межстимульных интервалов различные авторы используют в общих чертах сходные экспериментальные методики. Испытуемым предъявляют одинаковые сигналы-стимулы, а в качестве условного ответного движения используется либо нажим на телеграфный ключ (или кнопку), либо отпускание ранее нажатого ключа. И в том и в другом случае ответное движение приводит к остановке хронометра, запускаемого одновременно с предъявлением сигнала к реакции. Длительность сигнала к реакции колеблется в широких пределах от 30 мсек [45] до 500 мсек [15]. Иногда применяется методика обрыва сигнала ответом испытуемого.

При использовании межстимульных интервалов очень малых длительностей, порядка десятков мсек, применяют не один, а два одинаковых источника сигналов, например, две лампы — правую и левую, а реакции (ответы) осуществляются при помощи двух ключей, каждый из которых соответствует «своему» сиг-

налу. В таких экспериментах момент выбора исключается, если испытуемому заранее сообщают, какой из двух сигналов (правый или левый) появляется первым.

Во многих экспериментальных работах последовательность сигналов разбивают на пары с приблизительно или точно постоянными временными интервалами между отдельными парами. Первый сигнал пары может быть предупредительным, т. е. не требующим реагирования, и в этом случае межсигнальный интервал называется предпериодом (foreperiod).

В большинстве исследований различные межстимульные интервалы, интервалы между первым и вторым сигналами каждой пары или предпериоды чередуются в ходе эксперимента в случайном порядке, исключая какую-либо систематичность; количества интервалов различных длительностей обычно уравниваются.

Общим и принципиальным свойством рассматриваемых экспериментальных ситуаций является наличие в них только временной неопределенности, связанной с моментом появления сигнала. Стимульная неопределенность и неопределенность ответов в экспериментах такого рода полностью исключаются благодаря идентичности сигналов и единообразию реакций.

В инструкции для испытуемого обычно указывается на необходимость реагировать как можно быстрее на каждый предъявленный сигнал и специально оговаривается недопустимость преждевременного (опережающего) реагирования. Иногда, для придания инструкции большей значимости вводится система дифференцированных вознаграждений [19].

Результаты экспериментов представляются обычно в виде кривых, описывающих распределение ВР в зависимости от длительности пред- или межстимульных интервалов. В некоторых случаях проводится также сравнение ВР на первый и второй сигналы пар или сопоставление средних ВР для различных наборов предстимульных интервалов, называемых контекстами.

Одно из наиболее ранних исследований зависимости ВР от длительности предпе-

риодов было предпринято в 1911 г. Брейтвасером (цит. по [71]). В его работе сравнивались ВР на звуковые и световые сигналы, предъявлявшиеся в самостоятельных сериях через предпериоды, варьиовавшие от 1 сек до 10 сек. Результаты показали, что реакции на звук в общем короче, чем на свет, причем наименьшее ВР для звуковых стимулов наблюдалось при предпериодах длительностью 2 сек, а для световых — при длительности 4 сек. В обоих случаях за счет индивидуальных различий зона «оптимальности» составляла 1—4 сек. Вудроу (цит. по [71]), проводивший эксперименты в контексте проблемы внимания, измерял ВР, полагая, что максимальной внимательности испытуемого в момент появления сигнала должно соответствовать минимальное ВР. В различных экспериментальных сериях сигналы предъявляли через одинаковые предпериоды, причем в каждой серии длительность предпериодов была иной (от 1 сек до 24 сек), чем в других. Наименьшее ВР наблюдалось в серии с предпериодами длительностью 2 сек, что, по мнению автора, говорило о «предпочтительности» двухсекундного интервала для достижения и удерживания максимального внимания после появления предупредительного сигнала. Иные результаты были получены Вудроу при случайном чередовании предпериодов (в одном и том же опыте) в областях длительности 3—7 сек и 4—20 сек. В этих условиях кратчайшие предпериоды оказались «наименее предпочтительными», т. е. ВР для них было наибольшим. Автор считал, что эти различия в результатах показывают важнейшую роль условий предъявления сигналов в настройке внимания. Время реакции, как показатель внимательности испытуемых, использовалось также в работе Уэллса и соавторов [71]. Сигналы к реакции предъявляли через предпериоды длительностью 1 сек и 3 сек. Среднее отношение $ВР_2/ВР_1$ составило 96% (при разбросе 85—104%), причем индивидуальные отношения не изменялись при длительной тренировке испытуемых. По мнению авторов, более короткое ВР при предпериоде длительностью 3 сек было обусловлено тем, что именно к этому времени и только к нему достигается максимум внимания. В перечисленных работах под вниманием подразумевалось некоторое «состояние нервной системы, при котором (когда оно высоко) простые реакционные процессы протекают быстро и наоборот. Степень внимания задает скорость реакции» [71; 391].

* *

Другая интерпретация результатов измерений ВР была предложена Телфордом [66]. В его экспериментах сигналы к реакции предъявляли через интервалы длительностью 0,5; 1,0; 2,0 или 4,0 сек, чередуемые в случайном порядке и наиболее короткое ВР наблюдалось для интервалов 1,0 и 2,0 сек, а самое длинное ВР соответствовало интервалу в 0,5 сек. Для объяснения этого удлинения Телфорд привлек понятие в психологическом рефрактерном периоде по аналогии с изме-

стным физиологическим феноменом. Явление физиологической рефрактерности заключается в том, что в течение определенного времени после прохождения первого импульса нервного волокна не в состоянии пропустить следующий импульс, что связано с физико-химическими процессами, происходящими в это время на клеточной мембране. Телфорд считал, что ВР удлиняется в результате задержки реакции, связанной с подобным временным блокированием нервных путей, по которым в центральной нервной системе распространяется возбуждение от рецептора к эффектору. Согласно этой интерпретации «природно обусловленная» продолжительность психологического рефрактерного периода соответствует суммарному времени, необходимому для восстановления проводимости во всех звеньях реагирующей системы, и приблизительно равняется 0,5 сек.

Через несколько лет Маурер [54], [55], [56] выступил с критикой взглядов Телфорда и выдвинул свои представления о детерминации ВР. При анализе процессов научения он предположил, что в условиях регулярного предъявления стимулов через одинаковые интервалы готовность испытуемых к совершению реакции повышается к моменту появления стимула, благодаря возникновению у них установки на ожидание каждого следующего стимула через определенное время после предыдущего [54]. Это предположение основывалось на интроспективных показаниях самих испытуемых, однако автор, не считая данные интроспекции в достаточной мере доказательными, предпринял в следующей работе попытку специального экспериментального обоснования своей гипотезы [55]. В качестве объективного количественного критерия ожидаемости сигнала автор выбрал время простой сенсомоторной реакции, предположив наличие линейной или, во всяком случае, прямо пропорциональной зависимости между быстротой реакции и степенью ожидаемости сигнала. Экспериментальная ситуация заключалась в том, что испытуемым предъявляли звуковые сигналы, следующие регулярно через 12-секундные интервалы, но в некоторые моменты неожиданно для испытуемого интервалы удлиняли или укорачивали и, таким образом, тестировали степень ожидаемости в различные моменты времени. Оказалось, что наиболее короткое ВР наблюдается на сигналы, следующие через основной 12-секундный интервал, а ВР на остальные (тестирующие) сигналы удлиняется пропорционально разнице в длительностях основного и тестирующего интервалов. После основного опыта испытуемым предъявляли последовательность сигналов с регулярными одинаковыми интервалами длительностью 3 сек. При этом обнаружилось, что после первых нескольких ответов ВР становилось гораздо короче, по сравнению с ВР для тестирующих интервалов той же длительности в основном опыте, а если после этой последовательности вновь предъявляли сигналы через интервалы 12 сек — ВР резко удлинялось. Это показывало, что между ВР

и длительностью межстимульных интервалов однозначной связи нет и, следовательно, удлинение ВР на тестирующих интервалах не может быть связано с явлением, подобным рефрактерному периоду фиксированной длительности, а является результатом различной ожидаемости появления стимулов в межстимульных интервалах. Основываясь на распределении ВР, Маурер пришел к выводу, что сразу после очередного появления сигнала ожидаемость значительно уменьшается, а затем постепенно начинает возрастать и достигает максимума к моменту появления следующего сигнала. Автор предполагал, что способность к выработке повышенного ожидания представляет особое свойство реагирующей системы, присущее ее центральным звеньям. Основой выработки (или возникновения) повышенного ожидания Маурер считал усиление ассоциативной связи между временной структурой сигналов и ответов, происходящее по мере повторения регулярных реакций.

Теория ожидания, предложенная Маурером, впоследствии неоднократно обсуждалась в литературе, тогда как гипотеза Телфорда утратила свое объяснительное значение и представляет в настоящее время прежде всего исторический интерес, как «источник» широко распространенного термина «психологический рефрактерный период». Такое отношение к интерпретации Телфорда сложилось на основании более поздних экспериментальных и теоретических исследований, показавших несостоятельность представлений о ВР, как о времени простого проведения возбуждения в центральной нервной системе от рецептора к эффектору. Так, например, в 1950 г. Поултон, критикуя Телфорда, писал: «функционирование высших уровней психологической организации требует новых концепций, специфических для них, которые не могут быть получены простым рассмотрением функционирования более низких уровней организации» [61; 100].

Вместе с тем, принципиальная идея Телфорда о наличии при очень коротких интервалах задержки начала реакции не утратила своего теоретического значения, оказавшись созвучной с гипотезой дискретности, выдвинутой Крейком [27], [28]. Этот автор при изучении деятельности оператора за пультом слежения применил некоторые понятия теории сервомеханизмов, и, в частности, представление о дискретном способе корректирования параметров следящей системы, когда независимо от характера входных величин поправки вносятся не непрерывно, а дискретно. В психологическом аспекте это значило, что дискретность является принципиальным свойством центральных «вычислительных» механизмов мозга, осуществляющих переработку поступающей информации и принятие решения. Наиболее вероятным минимальным периодом дискретности, во время которого центральное звено, занятое формированием коррекций, нечувствительно (рефрактерно) и поэтому не способно к переработке новой информации, Крейк считал 0,5 сек, основываясь на данных Телфорда [66]. Тот факт,

что человек все же способен производить действия чаще, чем два раза в сек, например, при игре на рояле, автор объяснял группировкой отдельных действий в одно целое, осуществляемой благодаря соответствующей тренировке.

Теоретические разработки Крейка были экспериментально подтверждены работами Маргарет Винс [69], [70], показавшей, что если второй сигнал к реакции появляется менее чем через 0,5 сек после первого, то ВР₂ удлиняется, причем тем больше, чем короче интервал. Логично было бы ожидать, что наибольшее ВР₂ будет наблюдаться при минимальных интервалах, однако при интервалах меньше 100 мсек было обнаружено прекращение удлинения ВР₂ и его относительное укорочение. Это было объяснено автором группированием первого и второго сигналов в один обих, который и обрабатывается центральным «вычислительным» механизмом, а ВР₂ тогда задерживается только на время, необходимое для совершения первого ответного движения (на первый сигнал).

Длительность периода дискретности в 0,5 сек была найдена также Хиком [39], [40], однако он отмечал, что при выполнении операции слежения эта величина может меняться из-за возможных поправок, экстренно вносимых в исполнительное движение. Обращаясь к теории ожидания Маурера [55], автор отмечал, что «нет причин исключать положение о том, что организм более напряжен, когда ожидание бывает полезно» [39; 37], однако Хик считал, что в экспериментах Маурера ожидание вносится самим экспериментатором и, применительно к нерегулярной ситуации, трудно сказать, почему неожиданность и следовательно неприготовленность особенно характерны для коротких интервалов.

Уэлфорд [72] широко использовал концепцию дискретности при построении теории сенсомоторного реагирования как информационного процесса. Следует отметить, что, по сравнению с представлениями Крейка и Винс, ничего принципиально нового Уэлфордом предложено не было, однако в литературе ссылаются обычно именно на его работы. Основу теории Уэлфорда составляет постулированное утверждение, что два или более центральных (мозговых) процесса переработки информации не могут сосуществовать в одно и то же время и поэтому при достаточно малых межстимульных промежутках каждый следующий сигнал должен «дождаться своей очереди» пока не освободятся центральные «счетные» механизмы. Время, необходимое для переработки информации, вносимой одним стимулом, Уэлфорд называл организационным или центральным (ВЦ) и считал его постоянным и равным ВЦ при одиночной простой сенсомоторной реакции.

Непосредственное следствие этой теории, относящееся к простым сенсомоторным реакциям, заключается в том, что при парном предъявлении стимулов ВР₂ должно линейно возрастать при длительностях межстимульных интервалов меньше, чем ВЦ, приблизительно оцениваемое в 350—400 мсек. Однако, данные,

полученные Винс [69], [70] показывали, что BP_2 удлиняется и при интервалах большей длительности, порядка полного BP_1 и более (до 500 мсек). Этот факт заставил Уэлфорда ввести первое дополнительное предположение о возможном удлинении времени занятости центральных механизмов до 0,5 сек за счет загрузки сигналами кинестетической обратной связи, возникающими при совершении ответного движения [73]. Это допущение означает, что должны удлиниться все реакции на (вторые) сигналы, поступающие в промежутки равный BP_1 , т. е. до полного завершения первой реакции. Специальный интерес представляют случаи очень коротких (10—100 мсек) и нулевых интервалов, при которых наблюдаемое BP оказывается значительно меньше предсказанного теорией [35], [36], [37], [41], [49], [53], [69], [70]. Для объяснения этих отклонений Уэлфордом было введено еще одно допущение, гласившее, что при этих интервалах имеет место перцептивная группировка первого и второго сигнала в один, но при этом BP_2 и BP_1 неодинаковы, так как второе движение производится после первого. Кроме того, для придания теории большей гибкости предполагалось, что второй сигнал может группироваться и с первым ответным движением. Впоследствии Бертельсон указывал, что группировка широко использовалась многими авторами для объяснения исключений из теории [20]. По мнению Уэлфорда, в рамках этих допущений теория обладает количественной «предсказательностью» для интервалов между стимулами длительностью 0—0,6 сек, однако при больших интервалах теория теряет адекватность [73], [74].

Позднее центральные механизмы были переименованы в центральный канал передачи информации, а вся концепция в целом стала называться гипотезой одноканальности [30], [73], [74].

Дэвис [29] высказал мнение, что первое допущение Уэлфорда в значительной мере ослабляет предсказательную ценность теории. В его экспериментах, направленных на выявление роли кинестетической обратной связи, было показано, что BP_2 перестает удлиняться уже при межстимульных интервалах длительностью 250—300 мсек, следовательно, сигналы обратной связи не загружают центральный канал. Дэвис отмечал, что допущение Уэлфорда может оказаться справедливым только при необходимости соблюдения высокой точности при совершении ответного движения, а так как при нажатии на ключ это не требуется, то длительность периода дискретности или рефрактерности должна составлять в обычных экспериментальных условиях не более 300 мсек. Действительно, в целом ряде независимых исследований было показано, что при интервалах превосходящих 300 мсек BP_2 не удлиняется [53], [62], [65]. В другой работе Дэвис показал, что зависимость BP_2 от длительности межстимульных интервалов не изменяется, даже если на первый сигнал пары не нужно давать моторный ответ [31]. Этот факт (зависимости BP от длительности предпериода), хорошо

известный ранним исследователям, но установленный теперь для значительно более коротких интервалов, по мнению автора означал, что удлинение BP связано с отвлечением внимания испытуемого, т. е. с загрузкой центрального канала любой и даже irrelevantной информацией, за 50—250 мсек до появления исполнительного сигнала. Эта точка зрения подтверждается данными Никерсона [58] о том, что само по себе появление первого сигнала задерживает вторую реакцию безотносительно к его информационному содержанию.

В очередной работе Дэвис [33] показал, что замена первого сигнала пары на произвольный нажим самого испытуемого на ключ приводит к тому, что зависимость BP_2 от длительности интервала, начинающегося сразу после нажима, элиминируется, т. е. BP остается постоянным при всех интервалах. По мнению автора, это решительно опровергло теорию ожидания Маурера и окончательно подтверждало гипотезу одноканальности, так как в этом случае BP_2 и не должно было удлиняться, благодаря тому, что центральный канал был свободен при поступлении второго сигнала, ввиду отсутствия информации, обычно вносимой первым сигналом. Результаты этой работы Дэвиса довольно подробно обсуждались в литературе [18], [26], [46], [52]. Так например, Аннет [18] заметил, что если при произвольном нажатии испытуемого никаких внешних или внутренних сигналов не возникает, то к теории ожидания это отношения не имеет, так как испытуемому не от чего отсчитывать время ожидания. Вместе с тем, если допустить наличие хотя бы проприоцептивных импульсов, то непонятно почему они, являясь для центрального механизма внешним сигналом, не вызывают никакой рефрактерности. Таким образом, по мнению автора, результаты Дэвиса не позволяют сделать окончательный выбор в пользу гипотезы одноканальности или теории ожидания при описании механизмов простой сенсомоторной реакции. Карлин [46], обсуждая работу Дэвиса, указывал, что с точки зрения возможностей для подготовки испытуемого интервал между произвольным нажимом и стимулом не эквивалентен интервалу или предпериоду между двумя стимулами. Это значит, что постоянство BP в экспериментах Дэвиса при отсутствии первого сигнала не может быть безоговорочно использовано как подтверждение гипотезы одноканальности, так как в этом случае можно предполагать лучшую подготовку испытуемого к реакции. В качестве решающего эксперимента Карлин предложил ситуацию, когда второй сигнал подается через различные интервалы, начинающиеся только после завершения первой реакции. По мнению автора, в этих условиях должна была бы наблюдаться обычная зависимость BP от длительности интервала, что явно противоречило бы гипотезе одноканальности. Отвечая на это замечание, Дэвис предположил, что в таких условиях предъявления сигналов изменения BP_2 будут пренебрежимо малы [32]. Своего рода итог этой дискуссии был

подведен в работе Костера и Беккера [26]. В четырех отдельных экспериментальных сериях были реализованы следующие условия: 1) испытуемый произвольно нажимал на ключ левой рукой и через варьирующий интервал появлялся сигнал к реакции, на который испытуемый отвечал, нажимая правой рукой на другой ключ; 2) при произвольном нажатии испытуемого не только начинался интервал перед вторым сигналом, но также появлялся и первый сигнал, на который не надо было отвечать; 3) после окончания реакции на первый сигнал начинался интервал, после которого появлялся второй сигнал; 4) первый сигнал появлялся после ответа испытуемого, что он готов к реакции и через варьирующий интервал появлялся второй сигнал, на который испытуемый давал ответ. Результаты экспериментов показали, что в обычных условиях (четвертая серия) ВР на второй сигнал удлиняется по мере укорочения интервалов. То же самое наблюдалось и во второй серии, хотя по теории ожидания при наличии подготовки, связанной с произвольным характером запускающего нажима испытуемого, удлинения ВР не должно было быть, так как первый сигнал был совершенно irrelevantным. Вместе с тем, после определенной тренировки испытуемых ВР на второй сигнал оставалось постоянным в первой и второй сериях, что, во-первых, совпадало с данными Дэвиса [33], а во-вторых, подтверждало его предположение относительно результатов контрольного эксперимента, предложенного Карлиным [46]. Собственная интерпретация Костера и Беккера была, однако, не в пользу гипотезы одноканальности, так как полученные ими результаты количественно не совпадали с расчетами, проведенными в соответствии с этой гипотезой. В известной мере реставрируя аналогию с физиологическим рефрактерным периодом, предложенную Телфордом [66], авторы высказали предположение, что сразу после прохождения первого сигнала чувствительность центральной нервной системы уменьшается и поэтому сигналы, поступающие в это время, обрабатываются с меньшей эффективностью, что и приводит к задержке реакции. В соответствии с этой гипотезой, на укорочение ВР, кроме фактора времени, могла бы оказать влияние также интенсивность сигнала к реакции.

Результаты экспериментов Дэвиса [33] проверялись также в работе Корнблюма [52] и его данные оказались прямо противоположными: при первом произвольном нажатии испытуемого ВР на сигнал, появившийся через варьирующий интервал, удлинялся при коротких интервалах, то есть там, где Дэвис удлинения не обнаружил. При обсуждении этого противоречия, которое относилось также и к результатам Костера и Беккера [26], Корнблюм отметил, что во-первых, в его экспериментах яркость визуального сигнала была значительно меньше, чем у этих авторов, а во-вторых, его испытуемые были гораздо менее тренированы. Первое замечание в какой-то степени подтверждает предположение Костера и Беккера относительно возможности влияния интенсивности

сигнала на скорость реакции, однако, по-видимому, большее значение имел фактор тренировки, роль которого подробно обсуждалась в работе О. А. Конопкина [7]. В его исследовании сигналы к реакции предъявлялись парами, а интервалы между первым и вторым сигналами варьировали в случайном порядке в области 0,125—10 сек. Сначала испытуемых проводили через несколько одинаковых опытов, в каждом из которых было по 100 пар сигналов, а затем их тренировали в специальных условиях, заключающихся в том, что в опыте подряд предъявлялись по 10 пар сигналов с одинаковыми межсигнальными интервалами, длительность которых была такой же, как и в предыдущих опытах. После этого испытуемых проводили через несколько опытов, аналогичных первоначальному, и результаты этих заключительных опытов показали, что благодаря такой тренировке явление рефрактерности, наблюдавшееся ранее в основном при самых коротких интервалах, теперь полностью снималось. Эти результаты показали, что длительность рефрактерного периода, во всяком случае, не является абсолютной величиной [13].

Несмотря на некоторые уточнения гипотезы одноканальности [29], [30], [73], теоретически вычисленные значения ВР₂ для межстимульных интервалов различных длительностей редко совпадали с экспериментальными данными и это широко использовалось для разносторонней критики теории. Ряд авторов возражал против перцептивной группировки первого и второго сигналов, как фактора, объясняющего «аномальные» укорочения ВР₂ при очень коротких и нулевых интервалах [35], [36], [37], [41], [49]. Так например, в работе Керра и соавторов [49] было показано, что при интервалах длительностью 100 мсек у нетренированных испытуемых группировки появляются только при неспособности справиться с задачей по инструкции, т. е. они отражают определенный способ деятельности, выбираемый произвольно. Элитори и Барнет [36] высказали точку зрения, что исследование психологического рефрактерного периода представляет собой изучение неудачных попыток испытуемых добиваться выполнения реакций как можно быстрее в условиях временного стресса. При этом способы подготовки к реагированию индивидуально варьируют, отражая прошлый опыт испытуемого и наличную установку. Результаты экспериментов, проведенных на здоровых и больных (истерия) испытуемых, показали, что у последних при коротких интервалах группировки наблюдаются реже, а ВР₂ удлиняется меньше, что, по мнению авторов, связано с явлением патологической диссоциации и вытекающей из нее способностью использовать полушария головного мозга независимо друг от друга при осуществлении первой и второй реакции разными руками.

Анализируя условия предъявления сигналов Элитори и Лоуренс [37] пришли к выводу, что «аномальное» уменьшение ВР₂ может наблюдаться, только если используются два источника сигналов и испытуемый не

информируется заранее, какой из них (правый или левый) будет первым. Этот вывод явился непосредственным следствием предположения о зависимости BP_2 от вероятности появления второго сигнала через тот или иной интервал после первого. Согласно рассуждениям авторов, даже при одинаковых количествах интервалов различных длительностей условие равновероятности появления второго сигнала через любой из интервалов практически не выполняется. Действительно, если число различных интервалов в наборе равно K , то сразу после появления первого сигнала пары вероятности появления второго сигнала через любой интервал равна $1/K$, но если он не появляется через самый короткий интервал, то вероятность появления через любой из оставшихся увеличивается до $1/(K-1)$. Если второй сигнал не появится через самый короткий из оставшихся интервалов, то эта «моментальная» вероятность еще возрастет и станет равна $1/(K-2)$ для любого из оставшихся интервалов. Возрастающее вероятности, обусловленное непоявлением сигнала, закончится на предпоследнем по длительности интервале (из числа имеющихся в наборе) и моментальная вероятность появления второго сигнала через самый длинный интервал будет равна 1,0. В соответствии с теорией ожидания, наиболее длительное BP должно наблюдаться для наименее вероятных, т. е. самых коротких интервалов, и это выполняется в ситуации, когда испытуемый знает, какой сигнал будет первым. В этом случае он готовится к реакции на первый сигнал, а после ее осуществления начинает ждать появления второго сигнала, причем его ожидание нарастает в соответствии с увеличением моментальной вероятности. Если же испытуемый не обладает знанием порядка сигналов, он готовится одинаково и к правому и к левому сигналу, но после появления одного из них ожидаемость другого исчезает не сразу и эта остаточная ожидаемость приводит к «аномальному» укорочению BP на сигналы, поступающие через нулевые или очень короткие интервалы.

В исследовании Никерсона [57] было обнаружено влияние на BP не только абсолютной длительности предпериода, но и места, занимаемого им в общем наборе (контексте) предпериодов различной длительности. Результаты экспериментов, проведенных в области длительностей 100—900 мсек, показали, что при одной и той же длительности предпериода BP длиннее, если предпериод занимает первое место в контексте (кратчайший из всех) и короче, если предпериод стоит на последнем месте. Наряду с этим, для одного и того же места в контексте BP зависит от длительности предпериода, удлиняясь при более коротких предпериодах в области 100—500 мсек. Однако длительность предпериода не оказывает влияния на BP , если он занимает последнее место в контексте. Зависимость BP от величины данного предпериода относительно величин других предпериодов, составляющих контекст, автор объясняет указанными Элиторном и Лоуренс [37] различиями в значениях моментальной

вероятности появления сигнала через предпериоды разной длительности. В качестве дополнительного подтверждения этой гипотезы автор приводит данные об увеличении количества опережающих и антиципирующих ответов до 10—16% от общего числа для наиболее длинных предпериодов.

Общая критика теории психологического рефрактерного периода была предпринята в работе Кея и Вайсса [48]. Анализируя результаты, полученные при различных условиях предъявления сигналов, авторы пришли к выводу, что при совершении последовательных реакций любой сигнал, появляющийся перед исполнительным, будет уменьшать готовность испытуемого к совершению реакции. При этом наибольшее удлинение BP для коротких интервалов наблюдается при наличии временной неопределенности появления первого сигнала и необходимости реагировать на него как можно быстрее. Наоборот, наименьшая зависимость BP от длительности предстимульных интервалов соответствует случаю, когда первый сигнал появляется в точно определенное время и не требует ответа. Критикуя теорию рефрактерного периода Уэлфорда, авторы указывают, что она разработана только для ограниченных экспериментальных условий и временные рамки, наложенные на работу центральных механизмов, выглядят слишком абсолютными. Этот вывод совпадает с предположением Холлдея и соавторов [41] относительно большей пластичности центральных механизмов, исключаящей абсолютное постоянство психологического рефрактерного периода. Следует отметить, что некоторые авторы подвергают сомнению и самую идею дискретности [19], [61].

Вопрос о влиянии первого сигнала на скорость второй реакции в области коротких интервалов специально изучался Бертельсоном [21] при предъявлении серии сигналов с постоянными и одинаковыми предпериодами. Результаты экспериментов показали, что предупредительный (первый) сигнал при предпериодах длительностью более 150 мсек оказывает подготавливающее (укорачивающее) влияние на BP_2 без создания рефрактерности. Укорочение BP не могло быть связано с предвидением испытуемым момента появления сигнала к реакции из-за одинаковости предпериодов, так как сигнал появлялся справа или слева и ответ надо было давать соответствующим ключом. В следующей работе Бертельсоном и Тиссейром [23] было показано, что характер зависимости BP от длительности предпериодов в области 0—400 мсек одинаков для регулярных и случайных последовательностей предпериодов. Эти данные, совпадающие с результатами Рейнолдса [62], существенно отличаются от наблюдений в области более длинных предпериодов, превышающих 0,5 сек. Результаты, полученные как ранними авторами, так и в более поздних исследованиях, показывают, что при регулярном предъявлении сигналов через одинаковые интервалы или предпериоды наименьшее BP соответствует кратчайшим из набора, порядка 0,5—1,0 сек, а по мере их возрастания (вплоть до 80 сек)

реакции удлиняются [16], [17], [24], [42], [44], [45], [50], [67], [75], [78]. При предпериодах короче 1,0 сек некоторые авторы отмечают появление спонтанных (опережающих реакций) [1], [50], [66].

*

При вариабельных предпериодах, превышающих по длительности 0,5 сек, кривые зависимости ВР — предпериод, полученные различными авторами, по форме близки к таким же кривым в области меньших длительностей, т. е. зависимость заключается в том, что наибольшее ВР наблюдается для самых коротких предпериодов [13], [25], [34], [45], [66], [67], [68], [76], [77]. Интерпретация результатов часто проводится с привлечением таких понятий, как ожидаемость, приготовленность, внимание и т. д. Так например, ряд авторов считает, что измерение ВР при предпериодах различных длительностей позволяет проводить количественное сравнение способности здоровых людей и больных шизофренией достигать и поддерживать высокий уровень приготовленности к реакции, причем такое сравнение может быть использовано в целях диагностики [44], [63], [64], [68]. В тезисах доклада Шейкоу, Розенталя и Зана на XVI Международном психологическом конгрессе отмечалось, что в контексте теории конфликта между активной и безразличной установками у шизофренических больных одним из основных факторов является подготовка к ответу, выявляемая в различных экспериментах по измерению ВР [64].

Определенные отличия в распределениях ВР — предпериод наблюдаются у нормальных и умственно отсталых людей ($IQ=65-83$). Главное отличие между ними заключается в том, что если обычно в условиях варьирующих предпериодов ВР укорачивается при удлинении предпериодов, то в случаях умственной недостаточности ВР либо совсем не укорачивается, либо несколько возрастает [67], [68]. В работе Зана и соавторов [78] высказывается предположение, что такие испытуемые неспособны длительное время сохранять готовность к реакции из-за возникновения у них безразличной установки, которая, однако, может быть элиминирована путем введения короткоотставленных предпретерительных сигналов.

Ботвинник и Брилли [25] провели компонентный анализ распределения ВР по методу, описанному Хотеллингом [43]. Результат анализа показал, что ВР может быть разложено на два основных компонента, один из которых имеет большую значимость для ВР на сигналы, поступающие через короткие предпериоды (0,4—0,6 сек). Авторы считают, что наличие короткоинтервального компонента в ВР указывает на существование у испытуемого особой установки, обеспечивающей реагирование при коротких предпериодах независимо от регулярности или нерегулярности их следования.

В работе Бертельсона и Бунса [22] сравнивалось ВР для реакции выбора из двух альтернатив, предъявлявшихся как при посто-

янных, так и при варьирующих предпериодах (область 0,25—5,5 сек). Результаты показали, что во втором случае, т. е. при наличии временной неопределенности, ВР удлиняется, следовательно, при регулярности у испытуемого имеется некоторая общая подготовка к реакции.

Тот факт, что испытуемый необходимо готовится к осуществлению реакции подробно обсуждался Поултоном [61]. Он считал, что центральные нервные механизмы должны иметь определенный период для подготовки к функционированию, однако постулаты Телфорда и Крейка автор отвергал на том основании, что испытуемый может начинать подготовку ко второй реакции во время окончания первого ответа. Кроме того, Поултон подчеркивал, что длительность психологического рефрактерного периода является среднестатистической величиной, т. е. рефрактерность необязательно проявляется в каждом акте реагирования. В собственных экспериментах Поултона было показано, что для интервалов длительностью 0,1—0,4 сек ВР₂ значительно укорачивается, если испытуемый специально готовится к ответу. Большее значение ВР₂ по сравнению с ВР₁ объяснялось автором тем, что подготовка ко второй реакции не может быть закончена до истечения первого ответа. Наличие значительного удлинения ВР₂ при интервалах длительностью 0,1 сек автор объяснял недостатком времени для подготовки второго ответа. Вслед за Маурером Поултон утверждал, что для одних и тех же интервалов ВР₂ зависит от того ожидает испытуемый второй сигнал или нет.

Неоднозначность зависимости ВР от длительности предпериодов может проявляться самым различным образом. Так например, многие авторы отмечают, что ВР зависит не только от длительности предпериода, имевшего место непосредственно перед исполнительным сигналом, но и от предшествовавшего предпериода, бывшего в предыдущей паре сигналов [34], [44], [45], [50], [55], [67], [76]. Эта зависимость выражается в том, что если непосредственному предпериоду предшествует более длинный, то ВР удлиняется, по сравнению со средним значением, а если предшествующий предпериод короче — ВР укорачивается. Влияние предшествовавшего предпериода статистически достоверно, тогда как предпретерительный предпериод никакого влияния на ВР не оказывает [34]. По мнению некоторых авторов, наличие такого рода зависимости указывает на то, что испытуемый всякий раз ожидает, что сигнал появится через предпериод, равный по длительности предшествовавшему. Иными словами, он ориентируется не на общее (равноточное) распределение предпериодов во всем опыте, а на ближайшее произошедшее событие [76]. Влияние предшествовавшего предпериода на ВР объясняется таким образом, что если непосредственный предпериод длиннее предшествовавшего — ВР укорачивается, так как испытуемый ожидает ранее появление сигнала и состояние повышенного ожидания сохраняется, но если

непосредственный предпериод короче — ВР удлинняется, так как сигнал ожидается позже и в момент его появления степень ожидания низка [45].

Явление аналогичное влиянию предшествующего предпериода наблюдалось и при предъявлении испытуемому нескольких «тренировочных» пар сигналов с одинаковыми предпериодами перед «контрольной» парой [16], [17]. В тренировочных предъявлениях реакции не совершались, а предпериоды могли быть равными, большими или меньшими, чем предпериод в контрольной паре, когда испытуемый реагировал на сигнал. Результаты показали, что наименьшее ВР наблюдалось при равенстве ВР в тренировочных и контрольных предъявлениях, если же тренировочные предпериоды были длиннее — ВР возрастало пропорционально разнице в длительностях.

Время реакции на сигналы, появляющиеся через предпериоды некоторой определенной длительности, зависит не только от длительности предшествующих предпериодов, но и от некоторых свойств контекста, т. е. набора используемых предпериодов. Так например, ВР зависит от амплитуды: в наборе предпериодов с длительностями 0,5—1,5 сек (амплитуда равна 14,5 сек) ВР для предпериодов 0,5 сек и 1,0 сек больше, чем для этих же предпериодов в наборе с длительностями 0,5—3,0 сек (амплитуда равна 2,5 сек) [25].

Влияние вариабельности контекста на ВР подробно изучалось в работах Клеммера [50], [51]. Результаты проведенных им экспериментов показали, что общее среднее ВР, вычисленное для всех предпериодов, входящих в набор (контекст), удлинняется пропорционально вариабельности последнего, причем абсолютная длительность среднего предпериода, также характеризующая контекст, оказывает на общее среднее ВР гораздо меньшее влияние. Так например, при среднем предпериоде в 4,25 сек общее среднее ВР для контекста с нулевой вариабельностью (амплитуда равна нулю) составляло 252 мсек, при амплитуде, равной 2 сек — 259 мсек, при амплитуде, равной 8 сек — 281 мсек. С другой стороны, при одинаковой вариабельности (амплитуда равна 2 сек), но различных средних значениях предпериода общее среднее ВР было одинаково при длительностях 1,25 сек и 4,25 сек и незначительно увеличилось для среднего предпериода 7,25 сек. Внутри отдельных контекстов Клеммер получил типичные кривые распределений ВР — предпериод, однако он не придавал им большого значения и основной вывод из результатов заключался в том, что при наличии вариабельности предпериодов величина ВР линейно зависит от полной субъективной временной неопределенности испытуемого относительно момента появления сигнала к реакции. Полная временная неопределенность определялась автором как сумма двух факторов: субъективной способности испытуемого ожидать сигнал определенное время и объективной временной неопределенности, связанной со степенью вариабельности предпериодов. Вычисление объективной

неопределенности проводилось по формулам теории информации на основе вариативности предпериодов в данном контексте. Для оценки субъективного фактора Клеммер использовал эксперименты, в которых испытуемые воспроизводили временные интервалы, равные средним предпериодам из имевшихся контекстов. Для непосредственных вычислений, проводившихся по вышеупомянутой теории, использовали величины, характеризовавшие разбросы индивидуальных результатов.

Выводы Клеммера относительно зависимости общего среднего ВР от диапазона вариативности предпериодов были подтверждены в работе Дразина [34], однако из его собственных данных следовало, что этот вывод нельзя безоговорочно распространять на парциальные ВР, так как они, кроме того, зависят от длительности непосредственных и предшествующих предпериодов. В экспериментах Дразина временная неопределенность появления сигналов в реакции изменялась не только за счет амплитуды вариабельности наборов предпериодов, но и путем изменения вероятности появления — непоявления сигнала. Всего проверялось три условия со значениями вероятности 0,5; 0,9 и 1,0 и наиболее длинное ВР (общее среднее) наблюдалось при наименьшем значении вероятности 0,5. В работе Гордона [38] сигналы к реакции предъявляли через одинаковые предпериоды длительностью 0,75 сек, а вероятность появления сигнала варьировала от 0,1 до 0,9. И в этих (регулярных) условиях ВР значительно укорачивалось при возрастании вероятности.

Целый ряд исследований посвящен изучению влияния на ВР вероятности появления сигнала через предпериоды различных длительностей [14], [34], [47], [59], [60], [77]. В работе Зана и Розенталь [77] сигналы предъявляли через предпериоды 1 сек и 3 сек, или через предпериоды 3 сек и 10 сек. В сеансе использовали только одну пару предпериодов, причем каждый из них встречался неодинаковое число раз в соответствии с заданным для данного сеанса соотношением частот. Всего проверялось пять соотношений для каждой пары предпериодов: 0,9 : 0,1; 0,7 : 0,3; 0,5 : 0,5; 0,3 : 0,7; 0,1 : 0,9. Порядок следования предпериодов в сеансе был случайным и, кроме того, выполнялось требование соответствия частот появления предпериодов в каждом последовательном десятке предъявлений соотношению частот, заданному для сеанса. Результаты экспериментов показали, что ВР на сигналы, появляющиеся через короткий предпериод, непрерывно уменьшаются по мере увеличения частоты его появления, но для длинных предпериодов такой зависимости нет.

Карлин [47], одновременно с Заном и Розенталь, но независимо от них и в более сложной экспериментальной ситуации показал, что между ВР и вероятностью появления сигнала через определенный предпериод имеется тесная связь. Тесты, через которые проводились испытуемые, различались формой распределения предпериодов, хотя по-

рядок следования различных предпериодов во всех тестах оставался случайным. Всего было использовано три формы: равномерное распределение, когда семь предпериодов, охватывавшие область длительностей от 100 мсек до 400 мсек присутствовали в одинаковых количествах; бимодальное — когда из восьми предпериодов в области 100—150 мсек предпериоды с длительностями 150 мсек и 350 мсек встречались каждый в 12 раз чаще, чем каждый из остальных шести предпериодов и мономодальное распределение, при котором предпериод средней длительности встречался от 30 до 50 раз чаще, чем остальные предпериоды. Распределений этого типа было несколько и они охватывали область длительностей от 100 мсек до 950 мсек. Результаты экспериментов показали, что при всех распределениях мономодального типа минимальное ВР наблюдается на сигналы, поступающие через средний и, следовательно, наиболее частый предпериод, а при бимодальном распределении наименьшее ВР также наблюдалось для сигналов, поступающих через оба наиболее частых предпериода. При равномерном распределении ВР монотонно уменьшалось по мере удлинения предпериодов. По мнению автора, эти результаты означают, что готовность испытуемого к реакции пропорциональна частоте появления того или иного предпериода, а при равенстве их количеств ВР зависит от фактора моментальной вероятности. Некоторые экспериментальные данные показывают, что для данного предпериода ВР зависит не только от вероятности, связанной с изменением частоты его появления, но и от условной вероятности появления сигнала через этот предпериод [13], [14]. Так, например, если испытуемый получает в ходе опыта информацию об очередности появления предпериодов определенной длительности, ВР для этих предпериодов значительно укорачивается.

В экспериментах Никерсона [59], [60] изменения моментальной вероятности в ходе каждого акта реагирования устранились путем введения следующей процедуры предъявления сигналов. Для продуцирования межстимульных интервалов различных длительностей была использована электронно-вычислительная машина, запрограммированная в соответствии с так называемым процессом Бернулли. Процедура выбора момента появления второго сигнала состояла в том, что через 25 мсек после появления первого сигнала производилась проба, определявшаяся ли второй сигнал. Если ответ был отрицательным, то через следующие 25 мсек производилась вторая проба, еще через 25 мсек — третья и так до того момента, пока проба не давала положительный ответ, в результате чего появлялся второй сигнал. Математический анализ такого процесса показывает, что если вероятность положительного исхода каждой пробы одинакова, то вероятность появления второго сигнала все время остается постоянной до момента его появления и равной априорной вероятности, рассчитанной для данного количества 25-секундных отрезков. Экспе-

рименты проводили при трех значениях вероятности положительного исхода пробы: 1/10, 1/40 и 1/160. Для усвоения испытуемыми статистических закономерностей первые 250 предъявлений сигналов делали тренировочными. Результаты показали, что при интервалах больших 300 мсек ВР не зависит от длительности интервала, однако при меньших длительностях ВР удлиняется по мере укорочения интервалов. Кроме того было обнаружено, что общее среднее ВР меньше при вероятности 1/10 по сравнению с вероятностью 1/160. Интерпретируя эти данные, автор отметил, что с одной стороны, испытуемые могли не до конца понимать постоянство моментальной вероятности, а с другой стороны — область длительностей 0—250 мсек обычно связывается с проявлением психологической рефрактерности.

* *

Особую группу составляют исследования, в которых интерпретации измерений ВР проводились с позиций теории высшей нервной деятельности.

А. И. Бронштейн [6], проводя исследования в области типологии, привлекал ВР как показатель, характеризующий «качество» нервной системы, в связи с чем одной из задач его исследования было изучение зависимости ВР от деятельности межстимульных интервалов. В экспериментах сигналы предъявляли испытуемым парами с различными интервалами между первым и вторым сигналами, случайно варьируя в области 0,3—1,0 сек. Основной результат опытов заключался в том, что по мере укорочения интервалов ВР₂ закономерно удлинялось. Это удлинение автор объяснял понижением возбудимости клеток анализаторной зоны коры, происходящим вследствие иррадиации торможения, которое возникает по закону отрицательной индукции в пункте коры, возбужденном первым сигналом пары. При подаче подряд трех пар сигналов с одинаковыми межстимульными интервалами 0,4 сек на второй сигнал первой пары наблюдалось обычное для этих опытов удлинение ВР₂, однако на вторые сигналы второй и третьей пар ВР₂ значительно укорачивалось и достигало значения ВР₁. Этот эффект автор объяснял ослаблением отрицательной индукции и концентрацией во времени тормозного процесса.

И. Б. Познанская [12] показала, что на ВР может оказывать влияние отрицательная индукция трех видов: межапализаторная, внутриапализаторная и индукция в одном пункте анализаторной зоны коры. Влияние первых двух может быть устранено в результате тренировки испытуемых, тогда как индукция третьего вида является весьма устойчивой.

Н. И. Чуприкова [15] наблюдала наибольшее укорочение ВР при регулярном появлении сигналов через интервалы длительностью 0,5 сек, что, по мнению автора, объяснялось существованием в реагирующем пункте коры остаточного возбуждения, сохраняющегося некоторое время после приема

предыдущего сигнала и приводящего к тем большему укорочению ВР₂, чем короче межсигнальный интервал.

Вопрос о состоянии реагирующих отделов коры во время межсигнального интервала специально рассматривался М. А. Алексеевым [1]. В его экспериментах испытуемым предъявляли сигналы, следовавшие регулярно через 1,6 сек, и время от времени подавали тестирующие сигналы через 0,4; 0,8 и 1,2 сек. Наиболее короткое ВР наблюдалось на сигналы, следовавшие через основной интервал длительностью 1,6 сек, а ВР на остальные сигналы удлинлось пропорционально разнице между длительностью основного и тестирующего интервалов. Такое распределение ВР находится в хорошем соответствии с результатами, полученными Маурером [55], однако интерпретации обоих авторов существенно различаются. М. А. Алексеев предполагал, что укорочение ВР при регулярном предъявлении сигналов связано с повышением возбудимости клеток анализаторной зоны коры, однако, в отличие от Н. И. Чуприковой, считавшей, что максимальная возбудимость имеет место непосредственно после предыдущего сигнала, М. А. Алексеев пришел к выводу, что сразу после приема сигнала развивается торможение по закону отрицательной индукции, которое затем сменяется повышением возбудимости, достигающей максимума к моменту появления следующего регулярного сигнала. При этом длительность тормозной и возбуждающей фаз определяются ритмом следования сигналов к реакции, благодаря выработке условного рефлекса на время. В пользу его существования, по мнению автора, говорило наличие спонтанных реакций, даваемых испытуемыми при неожиданных пропусках очередных сигналов при интервалах короче 0,1 сек. При интервалах большей длительности таких реакций не было, но это указывало не на отсутствие условнорефлекторной реакции на время, а на скрытый характер ее проявления. В другой работе, посвященной изучению условий возникновения у человека двигательной реакции на время, М. А. Алексеев писал: «К наличию звукового раздражителя, благодаря его следованию в ритме, как бы присоединяется еще один раздражитель, вызывающий условную реакцию на время. В результате этого они образуют своеобразный одновременный комплексный раздражитель и, как компоненты такого комплекса, становятся во взаимно индукционные отношения. При интервалах больше одной секунды наличный звуковой раздражитель оказывается сильнее и тормозит реакцию на время. Наоборот, при интервалах между условными сигналами меньше одной секунды реакция на время оказывается сильнее реакции на наличный раздражитель» [3; 219].

Дальнейшие исследования М. А. Алексеева в области сенсомоторных реакций были посвящены уточнению первоначальных выводов. Так например, проверка состояния анализаторной зоны коры методом измерения порогов условных реакций показала, что предполагавшееся повышение возбу-

димости к моменту появления очередного сигнала в действительности не наблюдается [2]. В связи с этим в дальнейших работах говорилось о повышении возбудимости «соответствующих областей мозга» без какой-либо конкретизации [5]. Далее было обнаружено, что при неожиданных увеличениях или уменьшениях интенсивности сигналов реакции на них значительно удлиняются, что, по мнению автора, указывало на наличие динамического стереотипа, складывающегося при конкретной интенсивности сигналов [4]. Автор считал, что эти данные указывают на возникновение в центральной нервной системе специфической настройки, в результате которой реакции на другие сигналы затормаживаются, что, в свою очередь, обеспечивает точное функционирование условнорефлекторной дуги, как бы окруженной со всех сторон тормозным барьером, не допускающим нарушения всего стереотипа. В одной из работ данного автора было обнаружено, что при малой интенсивности раздражителей спонтанного реагирования нет даже при интервалах длительности менее 1 сек [4]. Это было объяснено тем, что при слабых сигналах ритмический стереотип образуется с преобладанием тормозного процесса, а для образования условнорефлекторной реакции на время необходимо наличие достаточно резкой смены тормозного процесса возбуждающим [3], [4]. В работе М. А. Алексеева и соавторов [5], посвященной изучению механизмов координации ритмических движений, сравнивалось ВР для сигналов, предъявлявшихся с неопределенным интервалом от 2 до 15 сек, и ВР для ритмических интервалов 3,6 сек. Укорочение ВР, наблюдавшееся во втором случае, и уменьшение среднего квадратичного отклонения объяснялось, как и ранее, наличием условнорефлекторной реакции на время, выполняющей роль строевого механизма. Дисперсия общего среднего ВР в первом случае составляла 57 мсек, при реагировании в *точном* ритме сигналов (3,6 сек) она равнялась 126 мсек, а при «нормальных» реакциях в этом же ритме дисперсия уменьшилась до 17 мсек. На основании этих данных авторы пришли к выводу, что при реагировании в регулярных условиях взаимодействие двух неточных механизмов — реакции на внешний сигнал и условнорефлекторной реакции — обеспечивает, тем не менее, предельно возможную для человека точность реакции.

Время реакции использовалось в качестве показателя возбудимости реагирующей системы еще в целом ряде исследований [8], [9], [10], [11]. Д. А. Ошанин [11], изучавший индивидуальные колебания ВР, указывал, что укорочение реакции связано с повышением, а удлинение — с понижением возбудимости, в результате развития тормозного процесса в соответствующих клетках коры. В его экспериментах было обнаружено, что после очень быстрых реакций, как правило, следуют реакции с аномально удлиненным ВР и это позволило автору заключить, что чем более высока возбудимость рабочих кле-

ток при совершении данной реакции, тем глубже и продолжительнее будет тормозное состояние вслед за данным ответом. Кроме того, по мнению автора, эти результаты ясно указывали, что «внутренние отношения зависимости между различными состояниями возбудимости, естественно, могут быть только отношениями индукционными» [11; 41].

Понятие индукции нервных процессов привлекалось также при объяснении результатов измерений ВР при парном предъявлении сигналов с короткими (0—670 мсек), но заранее известными испытуемому интервалами (А. А. Крылов и А. Ф. Пахомов [8], [9]). На основании экспериментальных данных авторы пришли к выводу, что в течение 80—100 мсек после первого сигнала имеет место фаза повышения возбудимости реагирующей системы, после которой по закону индукции наступает фаза понижения возбудимости, приводящая, в конце концов, возбудимость к некоторой норме. По мнению авторов, фазные изменения возбудимости относятся к центральному (корковому) звену реагирующей системы.

В работе Л. И. Мкртычевой [10] исполнительный звуковой сигнал предъявляли на фоне irrelevantного светового сигнала, продолжавшегося от 0,1 до 1,0 сек, причем сигналы одинаковой длительности применялись по шесть раз подряд. Результаты показали, что если оба сигнала (звук и свет) предъявляются одновременно, то ВР не зависит от длительности светового сигнала, но если звуковой сигнал появляется в конце светового, то зависимость есть. Она выражается в том, что при длительности вспышки

0,1 сек наблюдается наиболее длинное ВР (равное ВР при одновременном предъявлении сигналов), а при длительностях 0,3 и 0,5 сек ВР резко укорачивается и остается на том же уровне при длительности 1,0 сек. В случаях неожиданных появлений звукового сигнала не в конце, как обычно, а в середине или около начала светового сигнала ВР удлинлось по мере удаления звукового сигнала от конца светового интервала. Эти результаты объяснялись автором тем, что тормозная фаза, развивавшаяся в начале появления светового сигнала, в дальнейшем сменялась фазой повышения корковой возбудимости.

*
* *

Рассмотрение приведенных в обзоре экспериментальных работ показывает, что в настоящее время не существует единой и общепризнанной теоретической концепции, в рамках которой могли бы быть непротиворечиво объяснены или, по крайней мере, приведены в соответствие между собой отдельные эмпирические результаты. Такое положение сложилось и сохраняется в этой области психологии по-видимому потому, что интерпретации получаемых экспериментальным путем результатов, по-существу, заранее предопределены исходными методологическими позициями авторов, находящими отражение в конструируемых экспериментальных условиях. В связи с этим не вызывает сомнения, что дальнейшая разработка теории сенсомоторных реакций возможна только на основе более широких теоретических обобщений.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М. А. К вопросу о нервных механизмах и взаимодействии двух корковых сигнальных систем при ритмических двигательных реакциях человека. «Журнал высшей нервной деятельности», 1953, № 6.
2. Алексеев М. А. Особенности формирования ритмического стереотипа у человека при различной интенсивности условных звуковых сигналов. «Журнал высшей нервной деятельности», 1955, т. 5, № 4.
3. Алексеев М. А. Об условиях возникновения у человека двигательной условной реакции на время. «Труды института высшей нервной деятельности». (Серия физиол.), 1955, т. 1.
4. Алексеев М. А. Влияние силы условного раздражителя на условную реакцию на время у человека. «Труды института высшей нервной деятельности». (Серия физиол.), 1960, т. 4.
5. Алексеев М. А., Крылов Н. В., Лившиц М. П., Найдель А. В. О механизмах координации ритмических движений. «Вопросы психологии», 1965, № 5.
6. Бронштейн А. И. Влияние интервалов между раздражителями на скрытый период двигательного условного рефлекса у человека. «Русский физиологический журнал им. И. М. Сеченова», 1927, т. 10, вып. 3—4.
7. Конопкин О. А. Об изменении латентного периода двигательной реакции на слуховые раздражители. «Вопросы психологии», 1958, № 2.
8. Крылов А. А., Пахомов А. Ф. Влияние величины интервала времени между световыми сигналами на продолжительность простой сенсомоторной реакции человека. Сб. «Проблемы инженерной психологии», 1965, вып. 2.
9. Крылов А. А., Пахомов А. Ф. Зависимость продолжительности простой сенсомоторной реакции человека от интервала времени, разделяющего сигналы. Сб. «Проблемы инженерной психологии», 1966, вып. 4.
10. Мкртычева Л. И. Значение временной характеристики фонового светового раздражения для формирования двигательной условной реакции на звуковой раздражитель у взрослого человека. «Журнал высшей нервной деятельности», 1958, т. 8, № 3.

11. Ошанин Д. А. Кривая колебаний латентных периодов простой психической реакции — показатель индивидуальных особенностей. «Вопросы психологии», 1956, № 2.
12. Познанская И. Б. Исследование отрицательной индукции в коре больших полушарий ребенка. Сб. «Основные механизмы условнорефлекторной деятельности ребенка», 1930.
13. Степанский В. И. Экспериментальное изучение рефрактерного периода простой сенсомоторной реакции. «Новые исследования в психологии», 1971, № 2. (4)
14. Степанский В. И. Влияние вероятности появления сигнала к реакции на время простой сенсомоторной реакции. «Новые исследования в психологии», 1972, № 1.
15. Чуприкова Н. И. К вопросу о динамике нервного возбуждения при взаимодействии зрительно-двигательных реакций. «Известия АПН РСФСР», 1954, вып. 53.
16. Aiken L. R. J. Reaction time and the expectancy hypothesis. «Perceptual and Motor Skills» 1964, 19, № 2.
17. Aiken L. R. J., Lichtenstein M. Interstimulus and interresponse time intervals in reaction times to regularly recurring visual stimuli. «Perceptual and Motor Skills», 1964, 19, № 2, 339.
18. Annett J. A note on Davis's refutation of the expectancy hypothesis. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1966, 18, № 2, 179.
19. Annett J. Payoff the refractory period. „Acta Psychol.“, 1969, 30.
20. Bertelson P. Central intermittency twenty years later. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1966, 18, № 2.
21. Bertelson P. The time course of preparation. «Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1967, 19, № 3.
22. Bertelson P., Boons J. P. Time uncertainty and choice reaction time. „Nature“, 1960, 187, № 6.
23. Bertelson P., Tisseyre F. The time course of preparation with regular and irregular foreperiods. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1968, 20, № 3.
24. Bevan W., Hardesty D. L., Avant L. L. Response latency with constant and variable interval schedules. „Perceptual and Motor Skills“, 1965, 20, № 3.
25. Botwinik J., Brinley J. F. An analysis of set in relation to reaction time. „Journ. Exp. Psychol.“, 1962, 63, № 6, 568.
26. Coster W. G., Bekker J. A. M. Some experiments on refractoriness. „Acta Psychol.“, 1967, 27.
27. Craik K. J. W. Theory of the human operator in control systems: I. The operator as an engineering systems. «Brit. Journ. Psychol.“, 1947, 37.
28. Craik K. J. W. Theory of the human operator in control systems: II. Man as an element in a control system. „Brit. Journ. Psychol.“, 1948, 38.
29. Davis R. C. The limits of the psychological refractory period. «Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1956, 8, № 1.
30. Davis R. C. The human operator as a single channel information system. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1957, 9.
31. Davis R. C. The role of attention in the psychological refractory period. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1959, 11, № 4.
32. Davis R. C. A reply to Dr. L. Karlin. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1965, 17, № 4.
33. Davis R. C. Expectancy and intermittency. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1965, 17, № 1, 75.
34. Drazin D. H. Effects of foreperiod, foreperiod variability and probability of stimulus occurrence on simple reaction time. „Journ. Exp. Psychol.“, 1961, 62.
35. Elithorn A. Central intermittency: some further observations. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1961, 13, № 4.
36. Elithorn A., Barnett T. J. Apparent individual differences in channel capacity. „Acta Psychol.“, 1967, 27.
37. Elithorn A., Lawrence C. Central inhibition, some refractory observations. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1955, 7, № 3.
38. Gordon I. E. Stimulus probability and simple reaction time. „Nature“, 1967, 215.
39. Hick W. E. Discontinuous functioning of the human operator in pursuit tasks. «Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1948, 1.
40. Hick W. E. Reaction time for the amendment of a response. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1949, 1, № 4.
41. Halliday A. M., Kerr M., Elithorn A. Grouping of stimuli and apparent exceptions to the psychological refractory period. „Quart. Journ. Exp. Psychol.“, 1960, 12, № 2.
42. Hohle R. H. Inferred components of reaction times as functions of foreperiod duration. „Journ. Exp. Psychol.“, 1965, 69, № 4.
43. Hotelling H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. „Journ. Educ. Psychol.“, 1933, 24.
44. Huston P. E., Shakow D., Riggs L. A. Studies of motor function in schizophrenia: II. Reaction time. „Journ. General Psychol.“, 1937, 16, № 1.

45. Karlin L. Reaction time as a function of foreperiod duration and variability. *Journ. Exp. Psychol.*, 1959, 58.
46. Karlin L. Comments on "expectancy and intermittency". *"Quart. Journ. Exp. Psychol."*, 1965, 17, № 4.
47. Karlin L. Development of readiness to respond during short foreperiods. *"Journ. Exp. Psychol."*, 1966, 72, № 4.
48. Kay H., Weiss A. D. Relationship between simple and serial reaction times. *"Nature"*, 1961, 191.
49. Kerr M., Mingay R., Elithorn A. Patterns of reaction responses. *«Brit. Journ. Psychol.»*, 1965, 56, № 1.
50. Klemmer E. T. Time uncertainty in simple reaction time. *«Journ. Exp. Psychol.»*, 1956, 51, № 3.
51. Klemmer E. T. Simple reaction time as a function of time uncertainty. *"Journ. Exp. Psychol."*, 1957, 54, № 3.
52. Kornblum S., Coster W. G. The effect of signal intensity and training on simple reaction time. *"Acta Psychol."*, 1967, 27.
53. Marill Th. The psychological refractory phase. *"Brit. Journal Psychol."*, 1957, 48.
54. Mowrer O. H. Preparatory set (Expectancy)—a determinant in motivation and learning. *„Psychol. Rev.”*, 1938, 45, № 1.
55. Mowrer O. H. Preparatory set (Expectancy)—some methods of measurement. *"Psychol. Monogr."*, 1940, 52, № 2.
56. Mowrer O. H., Rayman N. W., Bliss E. L. Preparatory set (Expectancy)—an experimental demonstration of its central locus. *«Journ., Exp. Psychol.»*, 1940, 26, № 4.
57. Nickerson R. S. Response time to the second of the successive signals as a function of absolute and relative duration of intersignal interval. *«Perceptual and Motor Skills»*, 1965, 21, № 1.
58. Nickerson R. S. Psychological refractory phase and the functional significance of signals. *„Journal Exp. Psychol.”*, 1967, 73.
59. Nickerson R. S. Expectancy, waiting time and the psychological refractory period. *„Acta Psychol.”*, 1967, 27.
60. Nickerson R. S., Burnham D. W. Response times with nonaging foreperiods. *«Journ. Exp. Psychol.”*, 1969, 79, № 3.
61. Poulton E. C. Perceptual anticipation and reaction time. *„Quart. Journ. Exp. Psychol.”*, 1950, 2, № 3.
62. Reynolds D. Time and event uncertainty in unisensory reaction time. *„Journ. Exp. Psychol.”*, 1966, 71, № 2.
63. Rodnick E. H., Shakow D. Set in the schizophrenic as measured by a composed reaction time index. *„Amer. Journ. Psychiat.”*, 1940, 97, № 1.
64. Shakow D., Rosenthal D., Zahn Th. P. Psychology of schizophrenia basic adaptational factors. *„Acta Psychol.”*, 1961, 19.
65. Slatter—Hammel A. T. Psychological refractory period in simple paired responses. *„Res. Quart. Am. Ass. Health.”*, 1958, 29.
66. Telford C. W. The refractory phase of voluntary and associative responses. *„Journ. Exp. Psychol.”*, 1931, 14, № 1.
67. Terrell C. G., Ellis N. R. Reaction time in normal and defective subjects following varied warning conditions. *„Journ. Abnorm., Soc. Psychol.”*, 1964, 69, № 4.
68. Tizard J., Venables P. H. Reaction time responses by schizophrenics, mental defectives and normal adults. *„Amer. Journ. Psychiat.”*, 1956, 112.
69. Vince M. A. The intermittency of control movements and the psychological refractory period. *„Brit. Journ. Psychol.”*, 1948, 38, № 3.
70. Vince M. A. Rapid response sequences and the psychological refractory period. *Brit. Journ. Psychol.*, 1949, 39, No. 1.
71. Wells F. L., Kelley C. M., Murphy G. On attention and simple reaction. *Journ. Exp. Psychol.*, 1921, 4, № 5.
72. Welford A. T. The psychological refractory period and the timing of high-speed performance—a review and a theory. *«Brit. Journ. Psychol.»*, 1952, 43.
73. Welford A. T. Evidence of a single-channel decision mechanism limiting performance in a serial reaction task. *„Quart. Journ. Exp. Psychol.”*, 1959, 11, № 4.
74. Welford A. T. Single-channel operation in the brain. *«Acta Psychol.»*, 1967, 27.
75. Zahn T. P., Rosenthal D., Shakow D. Reaction time in schizophrenic and normal subjects in relation to the sequence of series of regular preparatory intervals. *«Journ. Abnorm. Soc. Psychol.”*, 1961, 63.
76. Zahn T. P., Rosenthal D., Shakow, D. Effects of irregular preparatory intervals on reaction time in schizophrenia. *„Journ. Abnorm. Soc. Psychol.”*, 1963, 67, № 1.
77. Zahn T. P., Rosenthal D. Simple reaction time as a function of the relative frequency of the preparatory interval. *„Journ. Exp. Psychol.”*, 1966, 72, № 1.