

РАЗУМНОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ЯЗЫК

LANGUAGE AND REASONING

Н. И. Чуприкова

ВРЕМЯ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ,
ВЕРБАЛЬНО-СМЫСЛОВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ,
СВЯЗЬ С ИНТЕЛЛЕКТОМ
И СВОЙСТВАМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Издательский Дом ЯСК
Москва 2019

УДК 159.9
ББК 88.3
Ч 92

Чуприкова Н. И.

Ч 92 **Время реакций человека: Физиологические механизмы, вербально-смысловая регуляция, связь с интеллектом и свойствами нервной системы.** — М.: Издательский Дом ЯСК, 2019. — 432 с. — (Разумное поведение и язык. Language and Reasoning).

ISBN 978-5-907117-62-4

В статьях, представленных в книге, реализована методология объективного физиологического подхода к изучению механизмов сознательных произвольных реакций человека, время которых (ВР) измеряется в экспериментах. Процессы организации реакций описываются в понятиях временных нервных связей, возбуждения и торможения, их генерализации и концентрации, взаимодействия и борьбы за выход на конечные двигательные пути.

В центре обсуждения физиологическая роль предварительных словесных инструкций, содержание которых инициирует те психофизиологические процессы, время протекания которых измеряется в эксперименте. Рассматриваются факты, свидетельствующие о том, что в ситуации простой реакции и несложных реакций различения и выбора инструкция создает в мозге состояние предпусковой интеграции в виде системы открытых и закрытых путей. Оно предшествует подаче пусковых стимулов и ведет к сокращению ВР на одни сигналы и к блокаде реакций на другие. Реализованный в книге подход к механизмам ВР вписан в контекст общей павловской теории высшей нервной деятельности, включая присущее человеку взаимодействие первой (сенсорно-перцептивной) и второй (вербально-семантической) сигнальных систем.

Обсуждается несовместимость реализованного подхода к изучению ВР с теоретическими моделями ВР, разрабатываемыми в рамках «компьютерной метафоры» и основанными на гипотетическом представлении о последовательных или параллельных стадиях обработки стимульной информации. Обобщены фактические данные о прекращении роста ВР различения и выбора после того, как количество альтернативных сигналов достигает числа 7 ± 2 . Обсуждается общность физиологических причин данного явления и причин феноменов ограниченности объема внимания и кратковременной памяти.

Рассматривается связь индивидуальных различий ВР со свойствами лабильности, подвижности и концентрированности нервных процессов и с интеллектом. Обосновывается взгляд, что в основе связи ВР и IQ лежит общность многих физиологических механизмов, которые определяют как эффективность умственной деятельности, так и большую или меньшую величину ВР.

Книга адресована психологам, физиологам, методологам наук о человеке, специалистам по моделированию психических процессов и искусственному интеллекту.

УДК 159.9
ББК 88.3

*В оформлении переплета использован
фрагмент гравюры А. Дюрера «Меланхолия» (1514)*

ISBN 978-5-907117-62-4



9 785907 117624 >

© Чуприкова Н. И., 2019
© Издательский Дом ЯСК, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
-------------------	---

РАЗДЕЛ I

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЧЕЛОВЕКА

Качественное отличие физиологических процессов мозга человека от физиологических процессов мозга животных	19
Вербально-смысловое управление работой зрительной системы в актах сознательной когнитивной деятельности.	25
О скорости развития и степени концентрированности локального очага повышенной возбудимости при выделении объекта из фона	44
Об индукционном торможении в зрительном анализаторе человека в процессе образования временных связей между индифферентными раздражителями	68
О локальном торможении афферентных импульсаций под влиянием словесных раздражителей	77
О центральной регуляции возбудимости зрительного анализатора и механизмах, управляющих саккадическими движениями глаз	89
Возможные источники реакций ложной тревоги и психофизиологические механизмы оптимизации процесса обнаружения слабых сигналов	101
Вербально-смысловое управление работой анализаторов человека и представления Дж. Эдельмана и А. М. Иваницкого о физиологических механизмах сознания	111

РАЗДЕЛ II

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ РАЗЛИЧЕНИЯ И ВЫБОРА

Механизмы образования временных нервных связей между пусковым сигналом и двигательным ответом в опытах с измерением времени реакций человека. Роль лобных долей мозга.	123
О причинах роста латентных периодов реакций при увеличении числа альтернативных сигналов.	139
О стабилизации времени реакций при большом числе хранящихся в памяти эталонов (К вопросу о построении теоретических моделей реакций выбора)	159
К вопросу о соотношении между индивидуальными показателями скорости простой реакции и реакций выбора различной степени сложности	180
Предпусковая интеграция в опытах с измерением времени реакций человека	191
Представления западных ученых о роли силы следа памяти как фактора, определяющего время реакций бинарной классификации и эффективность удержания в кратковременной памяти разного числа сигналов	206
Предусмотренный в инструкции полезный результат деятельности как фактор разного соотношения положительного и тормозного полюсов предпусковой интеграции. Устойчивые индивидуальные различия в соотношении этих полюсов при стандартной инструкции	210
Моторное завершение двигательной реакции как акт живого движения.	218
Из опыта интеграции психологических знаний.	222

РАЗДЕЛ III

АНАЛИТИКО-СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЗГА
 ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ
 ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЛОВЕСНОЙ ИНСТРУКЦИИ

Генерализация и концентрация нервных процессов при дифференцировании зрительных и словесных раздражителей у человека.	235
---	-----

Об оптимальной скорости обнаружения различий между раздражителями	253
О скорости обнаружения различий в яркости одновременно предъявляемых световых сигналов	259
Время реакций как показатель синтетической интегративной деятельности мозга	273
Борьба за конечный нервный путь, ведущий к осуществлению определенного двигательного акта, как фактор удлинения времени реакций в условиях интерференции релевантных и иррелевантных задачи ассоциативных временных связей . . .	278
Физиологические механизмы реакций называния вербальных стимулов, понятийной категоризации значений слов и ответов на простые вопросы	284

РАЗДЕЛ IV

ВРЕМЯ РЕАКЦИЙ И ИНТЕЛЛЕКТ

Время реакций и интеллект: почему они связаны (о дискриминативной способности мозга)	295
Концентрированность нервных процессов и интеллект	318
Возрастные особенности связей между временем скоростной классификации стимулов разных типов и интеллектом	324
Особенности связей между временем скоростной классификации разных стимул-объектов и интеллектом у детей с особенностями развития и у студентов с разным уровнем химических способностей	335

РАЗДЕЛ V

ВРЕМЯ РЕАКЦИЙ И СВОЙСТВА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Скоростные параметры ассоциативных реакций и типологические свойства нервной системы человека	345
Связь эффективности выполнения теста Струпа с лабильностью и подвижностью нервных процессов	361
Об уточнении физиологического смысла и стандартизации двигательной методики В. Д. Небылицына по определению силы нервной системы	365

Системная интеграция психологических и физиологических знаний в области изучения индивидуальных различий силы ощущений и силы нервной системы	393
Заключение	416

ПРЕДИСЛОВИЕ

Начатое астрономами (Бессель, Араго, Гирш), подхваченное физиологами (Гельмгольц, Дондерс, Экснер) изучение времени реакций (ВР) человека сыграло немаловажную роль в становлении экспериментальной психологии. В созданной Вундтом в 1879 году экспериментально-психологической лаборатории исследования ВР занимали большое место. С тех пор ВР — неотъемлемая область экспериментальной, общей и прикладной психологии.

Изучение ВР представляет для науки двоякий интерес. Во-первых, как особый объект психологических, психофизиологических и физиологических исследований, в которых изучается зависимость ВР от самых разных внешних и внутренних факторов (характер вызывающих реакции сигналов, возраст и пол исследуемых, утомление, эмоции, действие разных фармакологических веществ, невесомость и т. д., и т. п.). Во-вторых, ВР является тонким и в определенном смысле уникальным и универсальным показателем лежащих в его основе психофизиологических процессов, что определяет теоретическое значение исследований в этой области.

Все психические и поведенческие процессы развертываются во времени. А время, проходящее от момента действия стимула, давшего начало какой-либо реакции, до ее завершения, закономерно связано с природой центрального процесса обработки сигнала и организации ответа, со структурой и последовательностью включенных в реакцию механизмов. Поэтому временные параметры целостных поведенческих актов, фиксируемые при измерении ВР, являются такой их интегральной результирующей характеристикой, которая содержит в себе важнейшую информацию, необходимую для понимания их структуры и механизмов. Более того, без учета и без опоры на эту характеристику вряд ли может быть достигнуто сколько-нибудь полное и удовлетворительное понимание центральных механизмов целостных актов поведения. Сколь бы ни было исчерпывающим знание об отдельных морфофункциональных структурах, включенных

в осуществление определенного поведенческого акта, это знание не будет полным и исчерпывающим до тех пор, пока не станет понятно, как именно разворачиваются, взаимодействуют и интегрируются процессы, протекающие в разных структурах мозга. А они разворачиваются, взаимодействуют и интегрируются так, что общее время организации одних поведенческих актов занимает в среднем 300 или 500 миллисекунд, других — 600 миллисекунд и т. д., и т. п. «Локализовать психический акт, — писал С. М. Блинков, — это значит не только открыть центры и пути, по которым шло движение нервного процесса, и последовательность, с которой они вовлекались в работу, но и определить время, затраченное на каждом этапе»¹. И далее: «Локализовать функцию в мозгу — это значит не только установить, где было возбуждение и куда оно перешло, но также, сколько времени было израсходовано на взаимодействие возбуждения с другими процессами в нервных центрах и на его прохождение по проводящим путям на всех этапах от его начала до конца»². Таким образом, динамика разворачивания поведенческих актов должна быть в конце концов так наложена на структуру мозга, чтобы результаты этого наложения удовлетворяли общим интегральным временным параметрам протекания различных процессов, как они выступают при измерении ВР.

Решение этой задачи, конечно, дело еще далекого будущего. Но важно, чтобы она была осознана как некоторая «идеальная» цель изучения мозговых механизмов психической деятельности, которое до сих пор, к сожалению, остается в нейронауке и в когнитивной психологии в основном лишь анатомо-ориентированным.

Хотя изучение ВР на протяжении уже более 150 лет вызывает к жизни многочисленные работы, их результаты являются весьма скромными. В обобщающей статье о ВР Р. Шошолль писал: «Казалось бы, все благоприятствовало тому, чтобы метод измерения времени реакции мог дать с начала его применения множество важных и интересных результатов. Однако рассмотрение всех этих работ не позволяет заблуждаться на этот счет. В действительности большая часть их ничего не дала, либо представила факты весьма неопределенные, спорные и даже противоречивые и ошибочные, лишь немногие

¹ Блинков С. М. К проблеме локализации функций в мозгу // Вопросы нейрохирургии. 1969. Вып. 5.

² Там же.

результаты оказались достаточно надежными, достоверными и интересными.

В сущности, большинство этих работ грешит тем, что в них обнаружилось лишь некоторые элементарные закономерности³. Причину этого Шошолль прямо связывает со слабостью или даже отсутствием адекватной теории ВР. Он пишет: «Огромная диспропорция между количеством проделанных работ и числом ясных и интересных результатов, установленных в них до настоящего времени, как и факт, что существует множество еще спорных результатов, также проистекает не от метода самого по себе, а скорее от неправильного применения его или от ошибочного толкования полученных результатов, а равно и от трудностей, встречающихся на пути его правильного применения. Будучи применен с достаточным основанием и сопровождаясь правильным истолкованием полученных результатов, метод измерения времени реакции является лучшим методом для изучения высших функций и имеет большое будущее»⁴.

В 50-е годы прошлого века большой энтузиазм был вызван попытками применения к анализу ВР математической теории информации Шеннона, которые основывались на предполагаемой аналогии обработки информации человеком с ее обработкой в системах связи (Клеммер, Хик, Крэйк, Уэлфорд, Хаймен). Но очень скоро этот энтузиазм угас ввиду накопления многих противоречивых и неоднозначных фактов, ввиду шаткости теоретических оснований соответствующих психолого-математических моделей (Кронбах). В настоящее время эти работы имеют в основном историческое значение.

Новый интерес к изучению ВР был вызван результатами известных экспериментов С. Стернберга о росте ВР бинарной классификации при увеличении числа хранящихся в памяти элементов положительных множеств и предложенной им моделью, объясняющей эти результаты. Модель основана на предположении о сравнении каждого поступающего стимула со всеми элементами положительного множества, следствием чего является принятие решения о характере ответа («да» или «нет»). Было проведено множество исследований, в которых обсуждалось, является ли поиск в памяти параллельным или последовательным, исчерпывающим или самозаканчивающимся. Эти исследования и их обсуждение ни к чему не привели.

³ Шошолль Р. Время реакции // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. Вып. I, II. М.: Прогресс, 1966. С. 315.

⁴ Там же. С. 316.

Неутешительный диагноз их результатам был поставлен У. Чейзом: «После проведения сотен исследований нужно честно признаться, что вопрос о том, является ли поиск в памяти последовательным или параллельным, самозаканчивающимся или исчерпывающим, по-прежнему остается открытым»⁵. Б. М. Величковский отмечает, что в последние годы интерес к этой проблеме угас, и вопрос о причинах и механизмах роста ВР бинарной классификации при увеличении числа хранящихся в памяти эталонов так и остался нерешенным, главной причиной чего является, по его мнению, произвольность используемых здесь формальных моделей⁶.

В настоящее время внимание ученых привлекают постоянно воспроизводящиеся факты о связи ВР и интеллекта. Однако какого-либо теоретического продвижения на пути раскрытия глубинных фундаментальных причин такой связи не наблюдается. Это объясняется самим господствующим подходом к пониманию процессов, определяющих ВР. Для объяснения связи ВР и интеллекта принято считать, что ВР — это показатель скорости переработки информации мозгом или показатель скорости проведения в мозгу нервных импульсов от органов чувств к эффекторам. Первое понимание механизмов ВР является чисто словесно-метафорическим, а второе находится в рамках примитивной бихевиористской схемы «стимул — реакция». Между тем реакции человека, время осуществления которых измеряется, очень далеки и от простых рефлексов, и от простой линейной схемы «стимул — реакция». Это сознательные произвольные акты, осуществляемые по принятой субъектом предварительной словесной инструкции, предполагающие участие и взаимодействие в их осуществлении не только проекционных и моторных зон мозга, но и его лобных и ассоциативных теменных долей, а также активирующих и тормозящих подкорковых структур. Только при таком подходе к сложнейшим глубинным механизмам ВР человека могут быть намечены реальные рациональные перспективы понимания его связи с интеллектом.

В 1964 году вышла книга Е. И. Бойко «Время реакции человека». На основе анализа обширной литературы по ВР он пришел к выводу о беспочвенности и бесплодности хронометрических исследований, в которых используются в качестве объяснительных чисто

⁵ Цит. по: *Величковский Б. М.* Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. Т. 2. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. С. 290.

⁶ Там же.

описательные, неопределенные, расплывчатые и метафорические психологические понятия безотносительно к лежащим в их основе реальным материальным физиологическим процессам мозга. Вместе с тем он утверждал, что психофизиологический анализ механизмов реакций человека не может строиться на простых физиологических аналогиях (рефрактерная фаза, рефлекс, линейное проведение нервных импульсов по афферентным и эфферентным путям мозга и т. п.). Такой анализ должен осуществляться в контексте выявления специфически человеческих процессов высшей нервной деятельности, связанных с функциями второй словесной сигнальной системы (И. П. Павлов), являющимися ведущими в организации всех сознательных произвольных действий человека.

Е. И. Бойко с большим удивлением писал о том, что «казалось бы, то самоочевидное обстоятельство, что любую форму реакции по предварительной инструкции можно рассматривать как физиологический ответ на предшествующий словесный стимул, а не только на следующий за ним пусковой сигнал, в большинстве случаев упускалось из виду и не находило себе никакого отражения в ходячих физиологических схемах»⁷.

Еще раньше то же обстоятельство вызывало удивление у Л. С. Выготского. В работе «История развития высших психических функций» он писал: «В экспериментальной психологии словесная инструкция является основой всякого опыта. С ее помощью экспериментатор создает нужную установку у испытуемого, вызывает подлежащий изучению процесс, но обычно сама психологическая роль инструкции при этом игнорируется. Исследователь затем обращается с созданными и вызванными инструкцией связями, процессами и пр. совершенно так, как если бы они возникали естественным путем, сами собой, без инструкции.

Обычно решающий момент эксперимента — инструкция, оставаясь вне поля зрения исследования. Он не подвергался исследованию и сводился к служебному вспомогательному процессу»⁸. И далее: «Опыты с реакцией изучались, например, так, как если бы реакция испытуемого вызывалась действительно появлением стимула, а не данной инструкцией»⁹.

⁷ Бойко Е. И. Время реакции человека. М.: Медицина, 1964. С. 73.

⁸ Выготский Л. С. История развития высших психических функций // *Выготский Л. С. Собр. соч.*: в 6 т. Т. 3. М.: Педагогика, 1983. С. 53.

⁹ Там же. С. 54.

К сожалению, в настоящее время положение дел не изменилось. И в нейронауке, и в когнитивной психологии при изучении познавательных процессов человека, при изучении ВР и при построении разного рода моделей их механизмов роль словесных инструкций как решающего фактора в вызове и протекании соответствующих процессов практически полностью игнорируется.

«Слепоте» психологов к роли словесных инструкций при изучении психических процессов человека Выготский противопоставил физиолога И. П. Павлова, который выделил «грандиозную сигналистику речи» из всей прочей массы сигнальных раздражителей, общих у человека и животных, и со всей определенностью говорил о качественном своеобразии слова и его несравнимости в этом отношении со всеми другими условными раздражителями. Знаменательно глубокое прозрение Л. С. Выготского, что, казалось бы, в частном факте роли инструкций в психологическом эксперименте «полностью заключена вся проблема адекватного подхода к высшим психическим функциям»¹⁰. Подробнее о связи идей Л. С. Выготского и И. П. Павлова см. в работах Н. И. Чуприковой¹¹.

В исследованиях Е. И. Бойко и его сотрудников изучение механизмов ВР человека было концептуально включено в общую широкую проблематику исследований функций второй сигнальной системы и ее взаимодействия с первой в организации всех сознательных и произвольных сенсомоторных, перцептивных и мыслительных процессов человека¹².

Мои экспериментальные и теоретические исследования, представленные в статьях, собранных в настоящей книге, были начаты под руководством Е. И. Бойко и выполнены в рамках сформулированной им общей парадигмы. Поэтому в первый раздел книги вошли статьи, посвященные общим вопросам специфики высшей нервной деятельности человека и некоторым общим закономерностям психофизиологической организации его психических процессов. Представленность

¹⁰ *Выготский Л. С.* История развития высших психических функций // *Выготский Л. С.* Собр. соч.: в 6 т. Т. 3. М.: Педагогика, 1983. С. 54.

¹¹ *Чуприкова Н. И.* Психика и психические процессы (Система понятий общей психологии). М.: Языки славянской культуры, 2015; *Чуприкова Н. И.* Незвестный Выготский: культурно-историческая теория в контексте павловской теории высшей нервной деятельности и дифференционной теории развития Х. Вернера // *Культурно-историческая психология.* 2016. № 4. С. 232–246.

¹² *Бойко Е. И.* Время реакции человека. М.: Медицина, 1964.

этого подхода в исследованиях собственно ВР человека освещается в последующих разделах книги.

Представленный в книге подход к изучению механизмов реакций человека базируется на павловской теории высшей нервной деятельности мозга, включая теорию функциональной системы организации поведенческих актов П. К. Анохина. Павловская теория принципиально исключает необходимость при изучении физиологической деятельности мозга обращения в качестве объяснительных к субъективным беспространственным психологическим понятиям, таким как сознание, внимание, стремление, ожидание, внутренний план действия и т. п. В отличие от строгой методологии теории высшей нервной деятельности субъективные психологические понятия широко используются в современной нейронауке наряду и рядоположено с понятиями анатомии мозга и физиологии. Представленные в книге экспериментальные материалы убеждают в том, что павловская теория высшей нервной деятельности с ее строгой методологией эффективно работает и тогда, когда предметом изучения становятся целостные сознательные, произвольные и целенаправленные акты поведения человека, хотя и взятые в их предельно простой форме. При этом ведущую роль в организации поведения приобретают физиологические механизмы действия предварительных словесных инструкций, в которых формулируется содержание того конечного полезного результата, который должен быть достигнут в итоге работы каждой конкретной функциональной системы, осуществляющей реакцию, время которой измеряется в эксперименте.

Проведенные исследования могут служить подтверждением мысли Л. С. Выготского, что, казалось бы, в частном факте действия инструкции «полностью заключена вся проблема адекватного подхода к высшим психическим функциям человека»¹³.

В книге собраны ранее написанные статьи, посвященные разным аспектам физиологического изучения ВР человека, и статьи, специально подготовленные для настоящей книги. Статьи прошлых лет печатаются без изменений и редактирования — в том виде, в каком они были опубликованы.

Н. И. Чуприкова

¹³ *Выготский Л. С.* История развития высших психических функций. С. 54.