

Московский городской  
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Институт психологии

# СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

В двух томах

*Том 1*

Под редакцией  
*В. А. Барабанщикова*



Издательство  
«Институт психологии РАН»  
Москва – 2011

УДК 159.9  
ББК 88  
С 56

*Все права защищены. Любое использование материалов данной книги полностью или частично без разрешения правообладателя запрещается*

Редакционная коллегия:

*Ю. И. Александров, В. М. Аллахвердов, В. А. Барабанщиков (отв. редактор),  
М. М. Безруких, А. Н. Гусев, А. А. Демидов (отв. секретарь), А. А. Деркач,  
П. Н. Ермаков, А. Л. Журавлев, А. В. Карпов, Л. С. Куравский, А. Б. Леонова,  
В. И. Панов, В. В. Рубцов, Ю. Е. Шелепин*

**С 56** **Современная экспериментальная психология:** В 2 т. / Под ред. В. А. Барабанщикова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011. – Т. 1. – 555 с. (Интеграция академической и университетской психологии)

ISBN 978-5-9270-0225-2

УДК 159.9

ББК 88

Коллективная монография, подготовленная ведущими отечественными специалистами, посвящена состоянию и тенденциям развития экспериментального метода в российской психологии. Рассматриваются вопросы истории, теории и методологии психологического эксперимента. Обсуждаются инструментарий, процедуры измерения и способы интерпретации полученных данных. Большое внимание уделено конкретным экспериментальным исследованиям различных аспектов психики и поведения человека. Книга состоит из двух томов. В первом томе проводится анализ теоретических и методологических (в широком значении) проблем экспериментальной психологии; обсуждаются конкретные исследования в области психофизиологии, поведения и научения. Во втором томе представлены исследования познавательной сферы, функциональных состояний человека, его деятельности и общения, структуры личности и ее взаимоотношений с миром. Монография ориентирована на психологов, педагогов, психофизиологов, специалистов в области инженерной психологии, психологии труда, математической психологии, социальной психологии, а также может быть интересна тем, кому не безразличны проблемы современной российской науки.

*Издание осуществлено при поддержке гранта Минобрнауки РФ  
в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»  
на 2009–2013 гг. (госконтракт № 02.740.11.0420)*

© Московский городской психолого-педагогический университет, 2011  
© Учреждение Российской академии наук Институт психологии РАН, 2011

ISBN 978-5-9270-0225-2

# Содержание

## Раздел I

### ИСТОРИЯ, ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В ПСИХОЛОГИИ

<b>Глава 1</b>	Экспериментальный метод в российской психологии . . . . .	13
	<i>В. А. Барabanщиков</i>	
<b>Глава 2</b>	К истокам экспериментальной психологии в Московском университете . . . . .	31
	<i>А. Н. Ждан</i>	
<b>Глава 3</b>	Естественный формирующий эксперимент в социальной психологии: специфика, достоинства и ограничения . . . . .	45
	<i>А. Л. Журавлев, Т. В. Дробышева</i>	
<b>Глава 4</b>	История и методы экспериментального изучения мышления животных . . . . .	61
	<i>З. А. Зорина, А. А. Смирнова</i>	
<b>Глава 5</b>	Методологические аспекты экспериментального исследования процессов принятия решения . . . . .	89
	<i>А. В. Карпов</i>	
<b>Глава 6</b>	В. М. Бехтерев – создатель первой экспериментальной психологической лаборатории . . . . .	115
	<i>В. А. Кольцова</i>	
<b>Глава 7</b>	Методология теоретико-эмпирических исследований на современном этапе: гипотезы и экспериментирование . . . . .	125
	<i>Т. В. Корнилова</i>	
<b>Глава 8</b>	Становление метода эксперимента в научной психологии . . . . .	139
	<i>В. А. Мазилев</i>	
<b>Глава 9</b>	Психологическая и методологическая функции интерпретации . . . . .	161
	<i>А. Н. Славская</i>	
<b>Глава 10</b>	Качественные стратегии и методы исследования в психологии . . . . .	173
	<i>А. М. Улановский</i>	

**Раздел II**  
**ИНСТРУМЕНТЫ, ИЗМЕРЕНИЯ**  
**И ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

<b>Глава 11</b>	Чувствительность айтрекеров и точность регистрации движений глаз . . . . .	191
	<i>В. А. Барабанщиков, Г. Ю. Окутина, О. Л. Окутин</i>	
<b>Глава 12</b>	Факторные модели для исследования динамики психологических характеристик и оценка их адекватности наблюдениям . . . . .	213
	<i>Л. С. Куравский, П. А. Мармалюк, А. С. Панфилова, Д. В. Ушаков</i>	
<b>Глава 13</b>	Об одном подходе к адаптивному тестированию . . . . .	233
	<i>Л. С. Куравский, Г. А. Юрьев</i>	
<b>Глава 14</b>	Нормативные показатели семантических категорий . . . . .	247
	<i>О. П. Марченко</i>	
<b>Глава 15</b>	Эмоциональный слух. Методы исследования и области применения . . . . .	261
	<i>В. П. Морозов</i>	
<b>Глава 16</b>	Время реакции как метод изучения фундаментальных проблем психологии. . . . .	285
	<i>Т. А. Ратанова</i>	
<b>Глава 17</b>	Психологические экспериментальные схемы изучения мышления и интеллекта. . . . .	299
	<i>В. В. Селиванов</i>	
<b>Глава 18</b>	Теория и практика создания аппаратурных диагностико-коррекционных систем для экспериментальной психологии. . . . .	321
	<i>Ю. А. Цагарелли</i>	
<b>Глава 19</b>	Моделирование уверенности наблюдателя при решении задачи сенсорного различения. . . . .	337
	<i>В. М. Шендяпин, И. Г. Скотникова</i>	

**Раздел III**  
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПСИХИКИ.**  
**ПОВЕДЕНИЕ И НАУЧЕНИЕ**

<b>Глава 20</b>	Исследования системной организации поведения по его двигательным показателям. . . . .	359
	<i>Б. Н. Безденежных</i>	

<b>Глава 21</b>	ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ . . . . .	383
	<i>М. М. Безруких, А. В. Курганский</i>	
<b>Глава 22</b>	СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ЭЭГ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЕРБАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ У БЛИЗНЕЦОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ МОТИВАЦИИ ДОСТИЖЕНИЯ . . . . .	397
	<i>Е. В. Воробьева</i>	
<b>Глава 23</b>	ОСЦИЛЛЯТОРЫ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА . . . . .	413
	<i>Т. Н. Греченко</i>	
<b>Глава 24</b>	ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ОСЦИЛЛЯТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ . . . . .	429
	<i>Н. Н. Данилова, Е. А. Страбыкина</i>	
<b>Глава 25</b>	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ КРЕАТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ОБРАЗНЫХ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ . . . . .	449
	<i>Л. А. Дикая</i>	
<b>Глава 26</b>	МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ПАРАДИГМАХ АКТИВНОСТИ И РЕАКТИВНОСТИ . . . . .	463
	<i>А. К. Крылов, Ю. И. Александров</i>	
<b>Глава 27</b>	МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ У ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ 7–8 ЛЕТ . . . . .	479
	<i>Р. И. Мачинская, Д. А. Фарбер</i>	
<b>Глава 28</b>	СПЕЦИФИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА В ЗООПСИХОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ САМООТРАЖЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СТАДИИ РАЗВИТИЯ ПСИХИКИ. . . . .	499
	<i>Г. Г. Филиппова, И. А. Хватов</i>	
<b>Глава 29</b>	ВЕКТОРНОЕ КОДИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА В ЗРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПОЗВОНОЧНЫХ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ . . . . .	513
	<i>А. М. Черноризов, Е. Д. Шехтер</i>	
<b>Глава 30</b>	ГДЕ И КАК ВО ФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ О ФОРМЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ? . . . . .	529
	<i>Ю. Е. Шелепин, В. А. Фокин, А. К. Хараузов, Н. Фореман, С. В. Пронин, О. А. Вахрамеева, В. Н. Чихман</i>	
	Об авторах . . . . .	551

## Глава 20

# ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ ПО ЕГО ДВИГАТЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ<sup>1</sup>

*Б. Н. Безденежных*

Регистрация и анализ двигательной активности как один из экспериментальных методов в психологии сохраняет свою актуальность и в настоящее время. Первые экспериментальные попытки исследования движений для объяснения психических процессов были предприняты одним из основоположников отечественной психофизиологии И. М. Сеченовым и изложены им в статье «Рефлексы головного мозга»: «Психическая деятельность человека выражается, как известно, внешними признаками, и обыкновенно все люди <...> занимающиеся духом, судят о первой по последним, т. е. по внешним признакам» (Сеченов, 1952, с. 8–9).

Краткое и емкое эволюционное и физиологическое обоснование важности изучения движений дал Н. А. Бернштейн: «Из всех областей вопросов, относящихся к компетенции общей физиологии, ни одна не является столь специфически человеческой, как область физиологии двигательных функций <...> Дело в том, что больше ни в одной системе физиологических функций не имел места такой интенсивный и вдобавок убыстряющийся филогенетический прогресс. <...> Исключение <...> составляет только область явлений психической жизни...» (Бернштейн, 1966, с. 105).

Обосновывая экспериментальные исследования движений человека, Н. Д. Гордеева и В. П. Зинченко видят свою задачу в том, чтобы найти те внешние проявления деятельности, которые можно было бы сопоставить с «внутренним миром субъективных переживаний» (Гордеева, Зинченко, 1982). По их мнению, в классической психологии и в классической физиологии внешняя деятельность обычно рассматривалась вне всякой связи с этим внутренним миром. Совершенно очевидно, что движение и животного, и человека формировалось вместе с формированием его индивидуального опыта. Поэтому движение у человека есть внешнее проявление реализации его индивидуального опыта, опосредованного психикой и сознанием

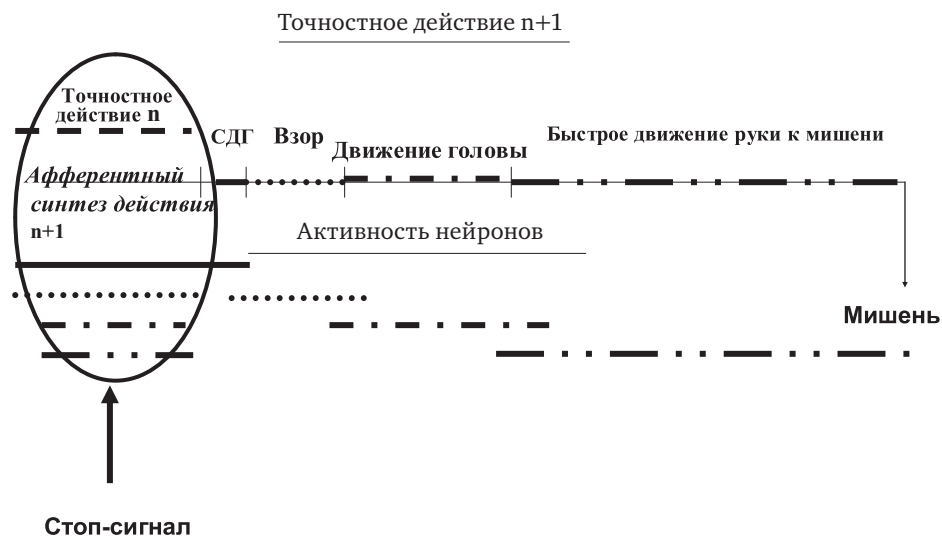
<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 10-06-00259а, и гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ России НШ-3752.2010.6.

(Гордеева, Зинченко, 1982). По мнению А. Н. Леонтьева (1945), психика не просто «проявляется» в движении, в известном смысле движение формирует психику, поскольку оно осуществляет непосредственно ту практическую связь человека с окружающим предметным миром, которая лежит в основе развития его психических процессов (цит. по: Гордеева, Зинченко, 1982).

Однако попытки прямого сопоставления характеристик движения и сопутствующих им психических процессов приводили авторов к пониманию того, что прямой связи между движением и психическими процессами не существует. Этот факт, скорее всего, привел к развитию бихевиористического направления в психологии. Между психическими процессами и сопровождающими их двигательными проявлениями должна быть связь, которая опосредована определенными механизмами. Направленные на выявление этой связи исследования привели В. Б. Швыркова и его сотрудников к формулированию системно-эволюционного подхода, развивающего теорию функциональных систем П. К. Анохина применительно к изучению психофизиологических проблем (Швырков, 1995).

С позиций этого подхода можно выдвинуть несколько важных положений.

- 1 В основе любого поведения лежит активность функциональных систем, сформированных на разных этапах жизни организма. Такое представление признано отечественными психологами. По мнению Я. А. Пономарева (Пономарев, 1982, с. 10), «<...> функциональные системы, регулирующие поведение живого существа, которые исследовал П. К. Анохин, представляют собой единство психического и физиологического» и, как считает А. Г. Асмолов, они выступают «исполнительными» психофизиологическими механизмами, т. е. «реализаторами действий и операций» в структуре деятельности (Асмолов, 1979).
- 2 Поведение обеспечивается не изолированной активностью систем, а является результатом их взаимодействия. Сходной точки зрения придерживается У. Найссер (Найссер, 1981), который считает, что когнитивную активность человека более целесообразно рассматривать как совокупность приобретенных навыков, чем как функционирование единого постоянного в отношении своих возможностей механизма.
- 3 Внутренним проявлением или субъективным переживанием этих взаимодействий являются психические процессы, а внешним проявлением взаимодействия систем являются определенные движения (Ломов, 1984; Швырков, 1995).
- 4 В континууме поведения начало каждого осознанного действия начинается с такого системного процесса, как афферентный синтез (АС). Во время АС функциональные системы будущего действия объединяются друг с другом с помощью синаптических контактов между нейронами, принадлежащими этим системам (Безденежных, 2004). Именно во время АС выбирается набор систем для реализации действия и определяется способ взаимодействия между системами. По мнению П. К. Анохина, «на этой стадии развития поведения организм каждый раз решает три важнейших вопроса: что делать, как делать, когда делать» (Анохин, 1978, с. 267). Хорошей иллюстрацией развития АС и последовательной реализации систем является точностное движение руки. Так, на рисунке 1 представлена схема реализации последовательных актов точностного действия ( $n + 1$ ) – быстрого движения пальцем в сторону появившейся мишени. Внешними показателями действия являются саккадические движения глаз (СДГ) в сторону мишени, фиксация на ней взора, поворот головы и быстрое движение



**Рис. 1.** Схема развития точностного действия. Схема построена на основании целого ряда работ, посвященных изучению импульсной активности нейронов у обезьян при выполнении ими точностных действий (Averbeck et al., 2002; Desmurget et al., 1998; Riehle et al., 1997; Werner et al., 1997)

руки к мишени. Каждый акт обеспечивается активностью определенной группы нейронов. Они получили название «системоспецифичные» нейроны, поскольку обеспечивают активность строго определенной системы (Швырков, 1995). Перед СДГ имеет место синхронная активность этих нейронов, что, по мнению некоторых авторов, лежит в основе формирования связей между ними (Averbeck et al., 2002; Desmurget et al., 1998; Riehle et al., 1997) и, следовательно, между системами, обеспечивающими точностное действие (Безденежных, 2004). Следует отметить, что действия в поведении не осуществляются изолированно друг от друга; в поведении реализующие их системы тесно взаимодействуют друг с другом, что проявляется, например, в эффекте последовательности и в совершенствовании выполнения поведения (Безденежных, 2004).

Задача работы заключалась в уточнении этой схемы для последовательных действий, а именно – в выявлении особенностей межсистемных отношений в АС последовательных действий и выявлении соотношения психических и системных процессов на основании анализа двигательных показателей поведения и субъективных отчетов испытуемых.

А. Н. Бернштейн писал: «Если мы имеем дело с какой-либо структурной схемой, построение которой нам неизвестно, но функционирование которой в разнообразных условиях может быть наблюдаемо, то из сопоставления изменений переменной  $S$  (скорость, точность, вариативность и т. п.) как функции каждого из переменных условий с изменением самих условий можно делать определенные выводы о структуре, прямым путем для нас недоступной» (Бернштейн, 1966, с. 72). Иными словами, одним из путей исследования межсистемных отношений является сопоставление экспериментально контролируемых характеристик поведения (переменных)



при изменении условий (факторов), влияющих на его реализацию. Эвристическая ценность этого принципа подтверждена многочисленными работами разных авторов. Мы в своей работе также воспользуемся этим принципом.

Для экспериментального решения задачи методика должна отвечать следующим условиям:

- 1) в эксперименте должен быть доступен контроль начала (АС) и завершения (результат) каждого действия, которые представляют это поведение;
- 2) при анализе поведения должна выявляться специфика каждого действия, включенного в поведение;
- 3) поведение должно быть достаточно сложным, чтобы можно было его многократно повторять и наблюдать динамику совершенствования двигательного навыка и, следовательно, динамику межсистемных отношений;
- 4) в действии должны быть двигательные показатели, которые можно сопоставить с субъективными переживаниями и психическими процессами;
- 5) субъект должен давать свободный отчет о поведении;
- 6) результаты исследования должны быть сопоставимы с результатами работ других авторов.

В качестве экспериментальной модели мы разработали процедуру быстрого печатания предложения одним пальцем. В этой процедуре соблюдены все условия, обозначенные выше. Во-первых, напечатание каждой буквы является точностным движением, поскольку испытуемый должен быстро перенести палец со «стартовой» позиции, т. е. с предшествующей клавиши (*в последующем для удобства мы будем называть нажимаемые клавиши «буквами»*) на последующую. Пробные исследования показали, что напечатанию каждой буквы предшествует саккадическое движение глаз на эту букву. Во-вторых, для быстрого и безошибочного печатания фразы потребуются длительная тренировка. И, наконец, последовательные точностные действия контролируются знанием испытуемым языка и структуры печатаемой фразы.

### **Эксперимент 1. Динамика двигательных показателей при совершенствовании навыка печатания фразы**

*Испытуемые.* В эксперименте участвовало 6 испытуемых (3 женского и 3 мужского пола, все правши) в возрасте от 18 до 35 лет.

*Процедура.* В экспериментах применялась нестандартная клавиатура: на клавиши были наклеены буквы таким образом, чтобы расстояния между последовательно нажимаемыми буквами были примерно одинаковыми. Испытуемые сидели перед клавиатурой в удобной для них позе, никаких требований к ним относительно положения головы или рук не было. От них требовалось печатать фразу, составленную из односложных подлежащего и сказуемого и трехсложного дополнения («кот ждет бутерброд») указательным пальцем доминантной руки как можно быстрее и без ошибок, замеченные ошибки (нажатие не той буквы, пропуск буквы и т. д.) не исправлять, а продолжать печатать. Согласно инструкции, испытуемые не делали пропуска между словами. После напечатания предложения они нажимали клавишу пробела. Печатаемый текст был закрыт, и испытуемые могли видеть только клавиатуру.

На каждом испытуемом эксперимент проводили в несколько серий в течение двух–трех дней. В каждой экспериментальной серии они печатали предложение 60

раз. После 15-минутного перерыва серии повторялись. За день испытуемый участвовал в 4–6 сериях. После каждой серии они давали свободный отчет. Критерием совершенствования навыка печатания фразы было сокращение и стабилизация времени напечатания каждой буквы.

*Регистрация.* В экспериментах регистрировали последовательные нажатия букв, как в виде текста, так и в виде актограммы (АКГ). У испытуемых регистрировали электроокулограмму (ЭОГ): горизонтальная составляющая регистрировалась с помощью электродов, расположенных на наружных углах обеих глазниц, вертикальная составляющая регистрировалась с помощью электродов, фиксированных в середине верхней и нижней части одной глазницы. Сопротивление на электродах не превышало 10 кОм. АКГ и обе составляющие ЭОГ усиливали с помощью усилителя электроэнцефалографа, оцифровывали и записывали на диск. Ширина частотного диапазона регистрирующей системы составляла 0,5–100 Гц. Для последующей статистической обработки записанные сигналы с частотой дискретизации 250 Гц вводили в лабораторную мини-ЭВМ Plurimat S.

*Результаты предварительной тренировки.* В первых экспериментальных сериях время напечатания каждой буквы значительно варьировалось, а напечатанию каждой буквы предшествовали несколько саккадических движений глаз (СДГ). Эти движения не имели никакой закономерности и, по-видимому, были связаны с поиском нужной буквы на клавиатуре. Мы рассматривали эти серии как тренировочные и не анализировали их. После нескольких тренировочных серий испытуемые уже не искали буквы, и нажатие на каждую букву предшествовало только одно СДГ (рисунок 2). Направление каждого СДГ легко удавалось идентифицировать, используя калибровочные ЭОГ-показатели при контрольном просмотре испытуемыми букв в той последовательности, в которой они их нажимали при печатании предложения. У всех испытуемых паттерны движения глаз были одинаковыми, что указывает на то, что эти движения определялись расположением букв на клавиатуре, на которые нужно было нажимать. Кроме того, паттерны движений глаз не зависели от положения головы относительно клавиатуры.

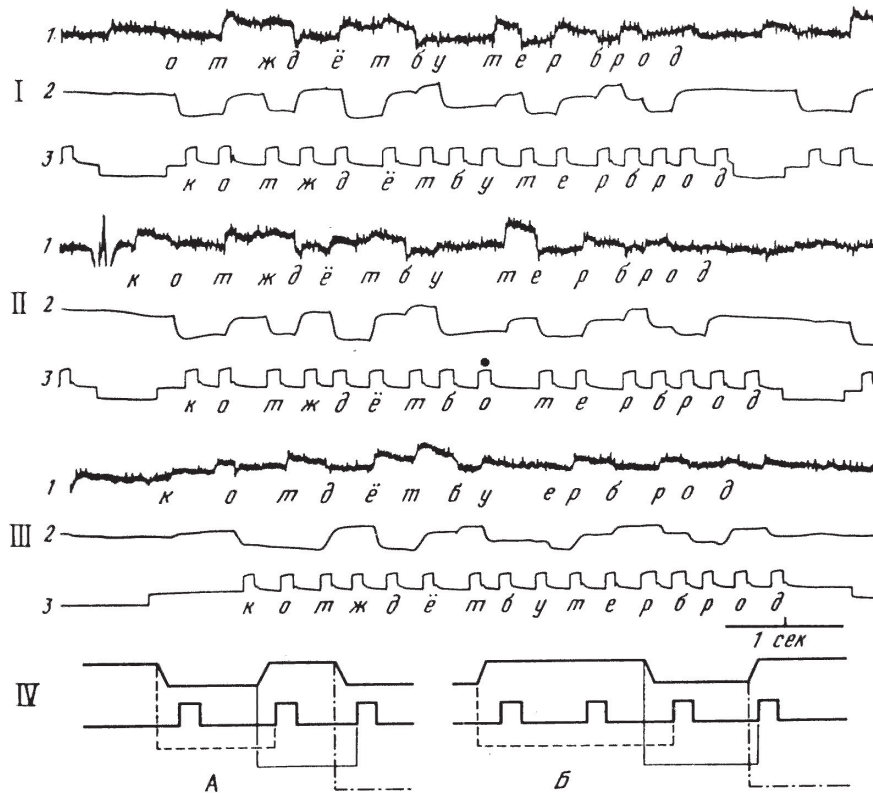
Таким образом, напечатание буквы в нашей процедуре является точностным действием, которое представлено СДГ на букву с последующей фиксацией на ней взора и быстрым нажатием этой буквы, а все поведение печатания фразы представлено определенной последовательностью точностных действий. Причем, во всех случаях у испытуемых СДГ на букву начинается в момент нажатия или непосредственно перед нажатием предшествующей буквы, то есть позиция пальца на букве является стартовой позицией для совершения точностного движения на последующую букву.

#### *Анализ основных результатов*

Анализ основных результатов начали с тех серий, в которых на каждую печатаемую букву было только одно СДГ.

Для анализа внешних показателей деятельности мы взяли следующие показатели.

- 1 Время между началом нажатия буквы и началом связанного с ней СДГ на следующую букву (Н–С интервал) по отдельности для каждой буквы.
- 2 Время между последовательными нажатиями букв (Н–Н интервал).
- 3 Время напечатания фразы.



**Рис. 2.** Соотношение электроокулографических (ЭОГ) и актографических (АКГ) показателей при печатании фразы: 1 – вертикальная составляющая ЭОГ; 2 – горизонтальная составляющая ЭОГ (идентифицированные саккадические движения глаз (СДГ) помечены буквами между записями ЭОГ); 3 – АКГ: нажатие буквы. Одиночные записи иллюстрируют: I – СДГ на каждую печатаемую букву; II – ошибочное нажатие буквы (обозначено точкой); III – пропуск СДГ на буквы «Ж» в слове «ждет» и «Т» в слове «бутерброд»; IV – схема соотношений последовательно реализующихся действий напечатания букв: А – перекрытие простых действий; Б – перекрытие сложного и простого действий

В дальнейшем интервалы Н–С и Н–Н подвергались статистическому анализу. Вычисляли среднее время нажатия каждой буквы и его дисперсию для каждого испытуемого по сериям.

В качестве рабочей гипотезы было выдвинуто предположение о том, что в процессе тренировки межсистемные отношения будут претерпевать изменения, что должно проявиться в изменении соотношений показателей движений глаз и руки.

#### *Результаты и обсуждение*

В процессе тренировки время напечатания фразы сокращалось индивидуально у каждого испытуемого. Мы выбрали среднее время напечатания предложения по пяти случайно выбранным сериям у всех шести испытуемых и провели дисперсионный анализ. Среднее времени напечатания фразы в течение этих пяти серий сокращалось примерно в два раза:  $F = 27,2$ ;  $df = 4/25$ ;  $p = 0,000$ .

### *Соотношение электроокулографических и актографических показателей*

В процессе тренировки напечатания фразы наблюдается динамика регистрируемых показателей, которую можно разделить на 3 этапа.

1-й этап. Стабилизация времени между началом нажатия предшествующей буквы (стартовой) и началом СДГ на последующую букву (интервал Н–С). Эта стабилизация сопровождалась сокращением и стабилизацией времени нажатия букв (интервалы Н–Н) (рисунок 3, I–II).

2-й этап. На фоне стабильных интервалов Н–Н увеличивалась дисперсия некоторых интервалов С–Н, то есть увеличивалась вариативность СДГ на определенные буквы: на букву «т» в слове кот, на букву «ж» в слове «ждёт» и на букву «т» в слове бутерброд (рисунок 3, II).

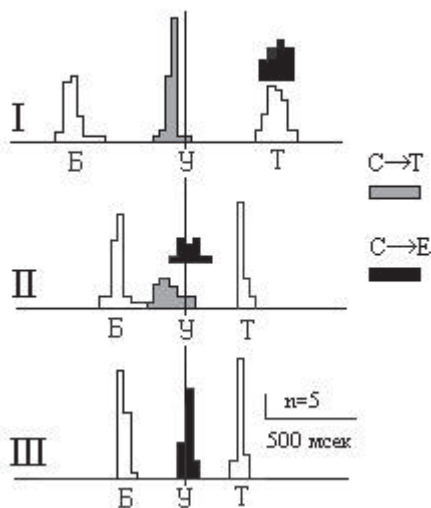
3-й этап. СДГ на эти буквы исчезали, и заменялись СДГ на буквы, которые были очередными за ними по напечатанию (рисунок 2, III; рисунок 3, III). В результате напечатание каждой такой буквы происходило на фоне фиксации взгляда на следующую букву. Более того, при исчезновении СДГ на букву последующий паттерн СДГ смещался влево относительно нажатий букв, в результате чего каждое СДГ в этом паттерне начинало опережать печатание уже не на одну, а на две буквы (рисунок 2, III).

Такая поэтапная диссоциация движений глаз и руки дает основание утверждать следующее.

- А) Точностное действие напечатания буквы состоит из перекрывающихся поведенческих актов – СДГ с фиксацией взгляда на букве, затем быстрого переноса пальца и последующего нажатия на эту букву.
- Б) В процессе тренировки из межсистемных отношений в некоторых действиях напечатания буквы исчезают системы, обеспечивающие СДГ на букву *n*.
- В) Оставшийся без СДГ акт нажатия на букву *n* объединяется с актом нажатия на последующую букву *n + 1*, причем СДГ на букву *n + 1* теперь уже начинается перед или в момент нажатия буквы *n* и эту букву испытуемый нажимает на фоне фиксации взгляда на букве *n + 1*. Таким образом, происходит объединение актов в более крупное действие.

В случае совершения ошибочного нажатия испытуемые (согласно их отчетам) непосредственно перед нажатием видели, что «нажмут не ту букву», но исправить ошибку уже не могли. Кроме того, СДГ на следующую букву начиналось после нажатия ошибочной буквы, а время ее напечатания достоверно увеличивалось ( $t = 6,95$ ,  $df = 34$ ,  $p = 0,000$ ). После нажатия ошибочной буквы происходит восстановление исходного паттерна печатания: восстанавливаются исчезнувшие СДГ и интервалы между нажатиями, которые были до усовершенствования навыка. Иными словами, выключенные из действия системы, обеспечивающие СДГ, могут достаточно легко снова включиться в межсистемные отношения.

*Анализ актограмм* показал, что временные структуры последовательных нажатий букв у всех испытуемых одинаковы. Однако на основании этих данных нельзя говорить, что временная структура определяется смыслом печатаемого предложения. Дело в том, что данная экспериментальная процедура не позволяет исключить зависимость времени нажатия каждой клавиши от расстояний между последовательно нажимаемыми клавишами и от направления движения от одной клавиши к другой. Влияние смысловой нагрузки на временной паттерн напечатания предложения будет проверено в следующем эксперименте.



**Рис. 3.** Динамика начала саккадических движений глаз (СДГ) на буквы «т» и «е» в слове «бутерброд» в процессе тренировки печатания фразы. Гистограммы построены относительно начала нажатия буквы «у»; ширина столбика 50 мс. I, II, III – этапы динамики; Б – распределение времени начала нажатий буквы «б»; С→Т – распределение времени начала СДГ на букву «т»; С→Е – распределение времени начала СДГ на букву «е»; Т – распределение времени нажатий на букву «т»

#### Выводы

- 1 Быстрое печатание фразы одним пальцем представляет собой последовательность точностных действий, при которых каждое нажатие буквы предворяется СДГ на нее.
- 2 Данные действия перекрываются – СДГ на последующую букву совершается в момент нажатия предшествующей буквы.
- 3 В процессе тренировки печатания фразы происходит группировка нажатий – на фоне фиксации взора на букву испытуемый нажимает предшествующие ей буквы.
- 4 После совершения ошибочного нажатия буквы во фразе при повторном ее напечатании эти группировки исчезают и восстанавливаются глазодвигательные и актографические паттерны, которые имели место до тренировки.

#### Эксперимент 2. Влияние смысловой нагрузки на временной паттерн печатания фразы

*Методика.* Для проведения эксперимента были составлены четыре фразы таким образом, что, заменяя последовательно буквы с первой по последнюю одного предложения другими буквами, мы получали новую фразу. Фразы состояли из 18 букв и несли разный смысл: «Нарежь букет алых роз», «Паренёк сбежал утром», «Волк бежит к морю слёз», «Светлый бот увёз меха».

В эксперименте использовали 5 одинаковых стандартных клавиатур персонального компьютера. На всех клавиатурах на одни и те же клавиши наклеивали разные буквы, в результате при нажатии этих клавиш по общей для всех клави-

атур траектории на каждой клавиатуре печаталась определенная для нее фраза. На эти же клавиши 5-й клавиатуры были наклеены цифры от 1 до 18 таким образом, что последовательное нажатие цифр от 1 до 18 осуществлялось по той же траектории, что и напечатание фраз (таблица 1).

*Испытуемые.* В экспериментах участвовали 48 испытуемых обоого пола в возрасте от 18 до 22 лет, все правши.

**Таблица 1**

Очередность напечатания букв, наклеенных на одни и те же клавиши 4-х разных клавиатур. На трех клавишах цифровой клавиатуры (верхняя строка) наклеены две цифры, указывающие очередность нажатия этих клавиш

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (4)	11	12 (2)	13	14	15	16 (3)	17	18
Н	А	Р	Е	Ж	Ь	Б	У	К	Е	Т	А	Л	Ы	Х	Р	О	З
П	А	Р	Е	Н	Ё	К	С	Б	Е	Ж	А	Л	У	Т	Р	О	М
В	О	Л	К	Б	Е	Ж	И	Т	К	М	О	Р	Ю	С	Л	Ё	З
С	В	Е	Т	Л	Ы	Й	Б	О	Т	У	В	Ё	З	М	Е	Х	А

*Процедура.* Испытуемые обучались на клавиатуре №5 быстро и безошибочно нажимать цифры последовательно от 1 до 18 указательным пальцем доминантной руки. Процедура тренировки была такой же, как и в эксперименте 1. После приобретения данного навыка испытуемые должны были быстро печатать по заученной траектории фразы. В инструкции испытуемым не сообщалось, что траектория движений пальца одна и та же при печатании на всех клавиатурах. После серии, состоящей из 60-и напечатаний одной фразы, они печатали следующую, и так все четыре фразы. Для каждой серии фраза для печатания выбиралось в случайном порядке. Затем эти серии снова повторяли в случайном порядке. В целом каждую фразу испытуемые печатали 120 раз.

*Регистрировали* АКГ и ЭОГ, как и в эксперименте 1.

*Обработка результатов.* После каждой серии мы проводили визуальный экспертный анализ актограммы и электроокулограммы при воспроизведении записей. Задачей этого анализа было установление степени выработки навыка печатания (см. эксперимент 1). По каждой экспериментальной серии проводили усреднение времени нажатия каждой клавиши. В результате мы получили 17 средних времен нажатия последовательных букв, характеризующих временной паттерн напечатания. Такие временные паттерны были получены отдельно для напечатания цифр и для напечатания четырех фраз, т. е. по каждому испытуемому по 5 временных паттернов. В обработку были взяты результаты по 48 испытуемым. Каждый интервал во временном паттерне подвергался дисперсионному анализу с использованием критерия Крускала–Уоллиса по схеме: 4 серии напечатания разных фраз по 48 испытуемым.

Было выдвинуто предположение, что временные паттерны нажатий одной и той же последовательности клавиш зависят от печатаемой фразы.

#### *Результаты и обсуждение*

На рисунке 4 представлены примеры записей печатания последовательности цифр и трех фраз. Достижение критерия совершенства печатания соответствовало в субъективном отчете испытуемых ощущениям, что у них «палец автомати-



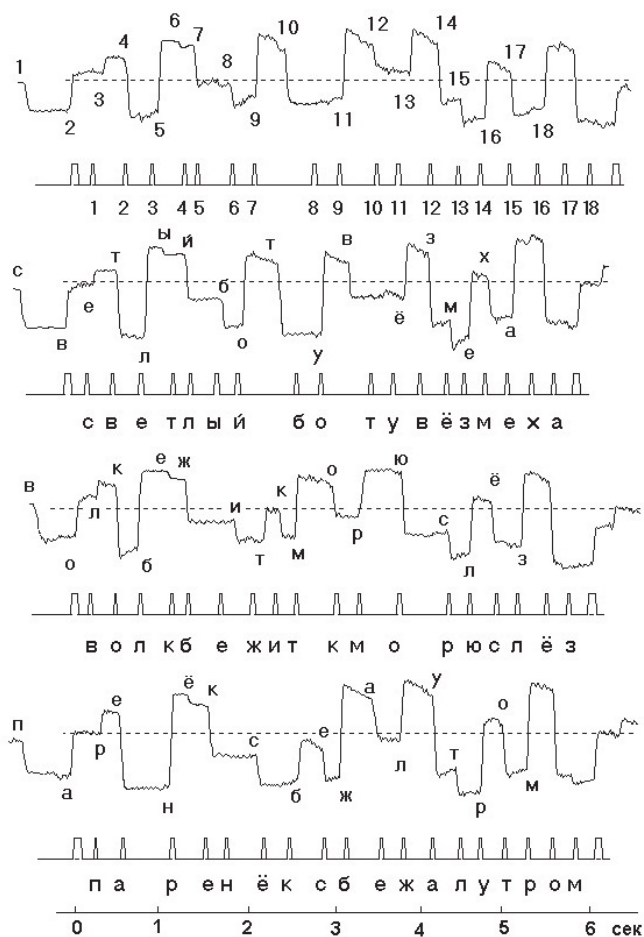


Рис. 4. Примеры записей печатания последовательности цифр и трех фраз. Показаны АКГ, над ними горизонтальные составляющие СДГ

чески движется по клавиатуре», «палец опережает глаза» или «не думаю, куда нажимать».

При первых нескольких напечатаниях каждой новой фразы в двигательной структуре у всех испытуемых восстанавливались СДГ на каждую печатаемую букву. Следует отметить, что большинство испытуемых на этом этапе считали, что они печатают фразу по другой траектории, нежели цифры или предшествующую фразу. При дальнейшей тренировке печатания фразы временные интервалы между нажатиями стабилизировались и на некоторые буквы исчезали СДГ.

Дисперсионный анализ, проведенный для каждого интервала, показал, что время нажатий одних и тех же клавиш в одной и той же последовательности, но при напечатании разных фраз, достоверно различается кроме нажатия первой и последней букв (таблица 2).

Различия во временных паттернах напечатания разных фраз подтверждают наш вывод о том, что в деятельности печатания фразы в афферентный синтез каждого действия включены системы, связанные с языком и речью. Этот вывод соответ-

**Таблица 2**

Сравнение времени нажатия одних и тех же клавиш при печатании 4 разных предложений по всей выборке испытуемых (Kruskal–Wallis ANOVA, N = 2119)

№ клавиши	Kruskal–Wallis test	№ клавиши	Kruskal–Wallis test
1	H = 4,222573, p = 0,2384*	10	H = 12,35354, p = 0,0063
2	H = 37,33687, p = 0,0000	11	H = 98,02638, p = 0,0000
3	H = 39,88924, p = 0,0000	12	H = 33,53551, p = 0,0000
4	H = 29,80930, p = 0,0000	13	H = 46,85294, p = 0,0000
5	H = 9,555125, p = 0,0228	14	H = 40,04997, p = 0,0000
6	H = 11,35732, p = 0,0099	15	H = 11,87306, p = 0,0078
7	H = 24,96727, p = 0,0000	16	H = 30,53420, p = 0,0000
8	H = 43,05744, p = 0,0000	17	H = 11,06649, p = 0,0114
9	H = 86,89552, p = 0,0000	18	H = 2,604337, p = 0,4567*

Примечание: \* – различия недостоверны.

вует по своей сути выводу, который сделал Д. Гленкросс: «Во многих двигательных задачах латентный период ответа более тесно связан с инструкцией, чем с механическими особенностями движения. Возможно, что элементы, связанные с инструкцией, представлены на более высоком уровне, чем элементы движения» (Glen-cross, 1980, p. 555). Еще одним доказательством в пользу данного вывода является неодинаковое отношение испытуемых к печатаемым фразам. Если бы они печатали автоматически, согласно их отчетам, то им было бы безразлично, какую фразу они печатают. Однако испытуемые предпочитали печатание одних фраз другим. Одни считали бессмысленной фразу «Волк бежит к морю слёз», и им не нравилось ее печатать. Другие видели во фразе «Паренёк сбежал утром» какой-то скрытый подтекст и считали, что его труднее всего печатать. Третьи не знали, что такое «бот», и им труднее было печатать фразу «Светлый бот увез меха». Ни у кого не вызвало возражений фраза «Нарежь букет алых роз», и испытуемые в отчетах отмечали, что ее легче всего печатать.

По-видимому, смысловая структура в поведении сохраняется всегда, даже если движения становятся автоматизированными. Так, Г. Логан на основании результатов, полученных в исследованиях на профессиональных машинистках, в которых он применял разные способы прерывания или изменения деятельности, пришел к выводу, что автоматизм может отражать изменения в контроле субъекта над смысловой стороной движений, но не устранение этого контроля (Logan, 1982).

В этом плане интересным является тот факт, что после ошибочного нажатия буквы восстанавливается каждое действие, а именно СДГ восстанавливались на все буквы. Так, на рисунке 5 испытуемый ошибается в нажатии буквы «м» в слове «меха» (Светлый бот увез меха). При следующем напечатании фразы восстановились все СДГ, а время нажатия буквы «м» возросло.

#### Выводы

- 1 В АС каждого действия входят системы, связанные со знанием структуры фразы и языка.
- 2 Системы предшествующего действия входят в АС последующего действия и оказывают на это действие влияние.





пытаются решить в своих экспериментах исследователи, направлена на изучение психологических и нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе процессов когнитивного или осознаваемого контроля. Основной задачей в таких экспериментах является локализация того момента в действии, когда этот контроль теряет свою силу. Отсюда суть всех экспериментальных процедур, направленных на оценку произвольности действия, заключается в том, что во время поведения или действия с некоторой вероятностью (от 15% до 39% в разных экспериментах) предъявляется стоп-сигнал, в ответ на который субъект должен как можно быстрее прекратить выполнение планируемого или текущего действия и начать другое действие. Стоп-сигнал предъявляли в разных поведенческих моделях. Это были прерывания двигательного ответа рукой (DeJong et al., 1990; Osman et al., 1986; Welford, 1952) или окуломоторного ответа (Hanes, Carpenter, 1999; Hanes et al., 1998; Paré, Hanes, 2003; Schall, Thompson, 1999), когда стоп-сигнал предъявлялся через определенный интервал после обуславливающего ответ сигнала. В ряде работ стоп-сигналы предъявляли во время выполнения испытуемыми быстрых последовательных движений, например, при печатании текста машинистками (Logan, Cowan, 1984). Для объяснения процессов, которые развиваются после стоп-сигнала, была выдвинута «гипотеза состязания» (race model) (DeJong et al., 1990; Logan, Cowan, 1984). Сторонники гипотезы считают, что после стоп-сигнала развивается борьба между двумя наборами процессов: (а) процессами планирования, инициации и выполнения действия и (б) тормозными процессами, которые направлены на разрушение и прекращение этого действия. При этом эта борьба развивается на уровне нейронов как головного, так и спинного мозга. Подробно описывая первый набор процессов, авторы не задаются вопросом, откуда возникли тормозные процессы.

Если рассматривать этот вопрос с системных позиций, то стоп-сигнал должен быть связан с рядом систем, активированных из индивидуального опыта инструкцией и обеспечивающих, например, распознавание стоп-сигнала. Как и любые другие системы, эти системы должны включаться в синаптическое объединение с другими системами в АС каждого действия и участвовать в контроле над ним. Следовательно, вопрос о прекращении действия при предъявлении стоп-сигнала решается именно на этапе АС этого действия, и именно на этом этапе имеет место наиболее высокая чувствительность действия к стоп-сигналу. Задача следующей серии экспериментов заключалась в проверке данной гипотезы. Экспериментально гипотеза подтвердится, если испытуемые будут прерывать печатание буквы на стоп-сигнал, предъявляемый перед СДГ на эту букву, и будут пропечатывать букву на стоп-сигнал, предъявленный после СДГ на нее.

*Процедура.* В эксперименте участвовали 10 испытуемых (4 мужского и 6 женского пола) в возрасте 18–22 года. Ранее эти испытуемые принимали участие в эксперименте 2. У них при хорошо выработанном навыке печатания фразы на некоторые печатаемые буквы отсутствовали саккадические движения глаз. В данном эксперименте испытуемым во время напечатания знакомой фразы по знакомой траектории с вероятностью 20% предъявляли короткий, длительностью 50 мс, высокочастотный (500 Гц) звуковой сигнал (стоп-сигнал), в ответ на который они должны сразу же прекратить дальнейшее печатание и нажать клавишу исходной позиции – клавишу пробела. После ее нажатия испытуемые начинали печатать фразу вновь. Выбор момента предъявления стоп-сигнала во время печатания фразы носил псевдослучайный характер. Поскольку среднее время между нажатиями разных последовательных букв значительно варьировало (от 190 до 360 мс), что связано

с траекторией движений пальца, то в соответствии с программой эксперимента стоп-сигналы предъявлялись от момента нажатия каждой буквы с четырьмя разными интервалами: 0; 50 мс (момент опускания клавиши);  $\frac{1}{3}$  и  $\frac{1}{2}$  средней времени нажатия следующей буквы. Вторая половина движения пальца к клавише носила баллистический характер, и остановить движение на этой фазе невозможно (Osman et al., 1986).

С помощью стоп-сигналов, предъявляемых с разными интервалами, планировалось проверить чувствительность субъекта к сигналу на разных этапах выполнения действия в виде готовности прервать действие (см.: DeJong et al., 1990). В этих экспериментах испытуемых инструктировали в первую очередь сосредоточиться на быстром и точном печатании (Logan, Cowan, 1984; Osman et al., 1986). Все испытуемые печатали одну и ту же фразу «Паренёк сбежал утром» в соответствии с ранее описанной методикой. Исходя из расчета, что от момента нажатия каждой буквы стоп-сигнал должен был быть предъявлен 4 раза с разными интервалами, а таких букв 17 (первую букву не считали), то испытуемому нужно было предъявить этот сигнал при напечатании 72-х фраз. Учитывая 20%-ю вероятность предъявления стоп-сигнала, каждый испытуемый печатал фразу 360 раз. Каждая экспериментальная серия состояла из 60 напечатаний. Всего на каждом испытуемом в течение трех дней было проведено по 6 серий с предъявлением стоп-сигнала.

*Регистрация и анализ результатов* осуществлялись так же, как и в предыдущих экспериментах. Сопоставлялись АКГ и ЭОГ записи одних и тех же фрагментов печатания фразы без стоп-сигнала и со стоп-сигналом.

#### *Результаты и обсуждение*

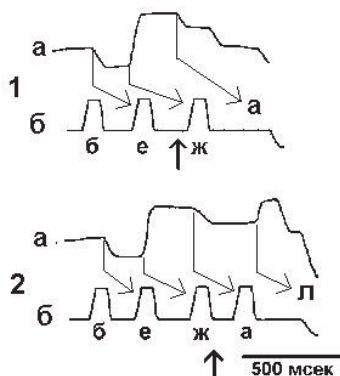
Из 720 ответов на стоп-сигнал, предъявленный всей выборке испытуемых, для анализа были выбраны ответы на 531 предъявление (73,8%). В остальных случаях после стоп-сигнала испытуемые не выполнили инструкцию: пропечатывали всю фразу, либо не нажимали клавишу исходной позиции, или совершали неточное движение руки и нажимали пальцем между клавишами.

#### *Прерывание простых действий*

Если стоп-сигнал предъявляли на любом интервале фиксированного взора на букву примерно через 50 мс после саккадических движений глаз на нее, то испытуемые (рисунок 6): а) нажимали эту букву; б) затем совершали саккадическое движение на следующую букву; в) фиксировали на этой букве взор в течение  $t = 100$  мс,  $SD = 35$  мс, но не нажимали ее, а г) совершали СДГ на клавишу исходной позиции, фиксировали на ней взор в течение  $t = 105$  мс,  $SD = 20$  мс и затем нажимали ее.

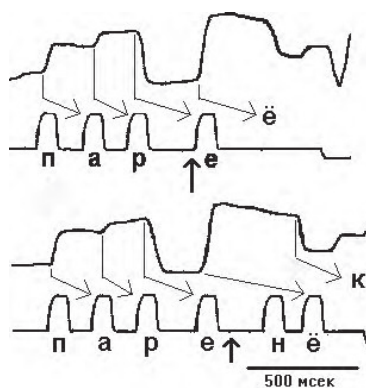
#### *Прерывание сложных (многоактных) действий*

Если стоп-сигнал предъявляли примерно через 50 мс после саккадических движений глаз на отдаленную в группировке букву, а именно, на любом интервале фиксации взора на эту букву, то испытуемые (рисунок 7): а) последовательно нажимали буквы, которые были сгруппированы под фиксацией взора; б) нажимали букву, на которой был фиксирован взор; в) затем совершали саккадическое движение глаз на следующую букву; г) фиксировали на этой букве взор в течение  $t = 105$  мс,  $SD = 35$  мс, но не нажимали ее; а д) совершали саккадическое движение на клавишу исходной позиции, фиксировали на ней взор в течение  $t = 90$  мс,  $SD = 25$  мс и затем нажимали ее.



**Рис. 6.** Примеры прерывания и не прерывания стоп-сигналом простого действия. При напечатании фразы «Паренёк сбежал утром» был предъявлен стоп-сигнал: 1 – стоп-сигнал был предъявлен перед саккадическим движением глаз на букву «а» в слове «сбежал». В ответ на этот сигнал испытуемый прервал действие напечатания буквы «а»; 2 – стоп-сигнал был предъявлен после саккадического движения глаз на букву «а» в слове «сбежал». В ответ на этот сигнал испытуемый не прервал нажатие буквы «а»

а – горизонтальная составляющая электроокулограммы. Стрелками указаны буквы, на которые совершаются саккадические движения глаз; б – актограммы последовательных нажатий букв.



**Рис. 7.** Примеры прерывания и не прерывания стоп-сигналом многоактного действия. При напечатании фразы «Паренёк сбежал утром» был предъявлен стоп-сигнал: 1 – стоп-сигнал был предъявлен перед саккадическим движением глаз (СДГ) на букву «ё» в слове «паренёк». Это СДГ начинается во время напечатания буквы «е», а СДГ на букву «н» отсутствует и она включена в действие напечатания буквы «ё». В ответ на этот стоп-сигнал испытуемый прерывает действие и не печатает буквы «н» и «ё»; 2 – стоп-сигнал был предъявлен после СДГ на букву «ё». В ответ на этот сигнал испытуемый не прервал действия и нажал буквы «н» и «ё». Обозначения, как рисунке 6

Итак, из описанных результатов очевидно, что точностное действие на стоп-сигнал прекращается только в том случае, если этот сигнал был предъявлен до или в течение 50 мс после СДГ, являющегося внешним показателем завершения АС данного действия. Этот факт подтверждает наше предположение о том, что вопрос о прекращении действия при предъявлении стоп-сигнала решается на этапе АС этого действия.

Интересным оказался феномен, который всегда сопровождает успешное прерывание действия и не зависит от того, за какое время до афферентного синтеза прерываемого действия был предъявлен стоп-сигнал. Суть его заключается в том, что после стоп-сигнала испытуемый совершает СДГ на букву, которую уже не нажмет. На основании этого феномена мы можем утверждать, что в АС прерываемого действия происходит исключение из межсистемных отношений систем, обеспечивающих движение руки. Это предположение можно подкрепить результатами исследований влияния на электрический латерализованный потенциал готовности мозга (ЛПГ) стоп-сигнала, отменяющего отчетное действие в задаче зрительно-моторного выбора (DeJong et al., 1990). Показано, что снижение амплитуды ЛПГ в контралатеральной моторной коре после тормозного сигнала, сопровождаемое отменой планированного движения руки, связано с резким снижением активности нейронов этой области.

Еще одним подтверждением исключения из межсистемных отношений систем, обеспечивающих движение руки на букву в ответ на стоп-сигнал, являются результаты исследований нейронной активности. Так, в обзорной работе Дж. Шелл и К. Томпсон описывают эксперименты, в которых обезьяны совершали СДГ с одной появляющейся в поле зрения мишени на другую. В случайном порядке появлялся стоп-сигнал в виде мишени, на которую нужно перевести взор, прервав движение глаз на планируемую мишень. Оказалось, что после стоп-сигнала резко снижалась активность нейронов фронтальной области, которая исходно была связана с движением глаз и фиксацией взора (Schall, Thompson, 1999). Сходные данные описаны для нейронов средних слоев верхних бугорков четверохолмия (Paré, Hanes, 2003). Авторы использовали ставшую уже традиционной процедуру случайного предъявления стоп-сигнала, требующего отмены действия. После предъявления стоп-сигнала обезьяны должны были отменить планируемое СДГ на эксцентрический стимул. У нейронов, связанных с СДГ, частота разрядов была значительно меньше, когда это движение отменялось, по сравнению с ситуацией, когда оно имело место. Если считать, что в АС функциональные синаптические связи (синапсы Хебба) устанавливаются только между активными нейронами, то все эти данные указывают на то, что после стоп-сигнала нейроны систем, обеспечивающих движение руки или глаз, не вступают в эти синаптические связи и, следовательно, не обеспечивают связей между системами. В результате этого движение не оттормаживается какими-то специальными механизмами, а просто не формируется.

Еще одним доказательством того, что между системами нет конкурентных отношений за выход на исполнительные органы, как это постулирует «гипотеза состязания», является следующий факт. После того как испытуемые скачкообразно переводят взор на букву, на которую отменено движение, они в течение  $100 \pm 35$  мс удерживают на ней взор и после этого совершают точностное действие на клавишу пробела. Таким образом, во время этой фиксации взора осуществляется афферентный синтез для обеспечения быстрого нажатия клавиши исходной позиции. Отсюда ясно, что системы, которые обеспечивают нажатие клавиши исходной позиции, знаменующее собой прерывание основной деятельности, не вступают ни в какие конкурирующие отношения с системами прерванного действия. Еще один важный вывод из этого результата заключается в том, что продолжительность афферентного синтеза, во время которого формируется набор систем для реализации точностного действия, составляет по нашей выборке испытуемых  $100 \pm 35$  мс. Такие же интервалы были получены в задачах на прерывание окулomotorных ответов

у обезьян (Hanes, Schall, 1995) и у людей (Hanes, Carpenter, 1998). Считается также, что такое время ответа на стоп-сигнал теоретически и количественно соответствует времени, необходимому для перепрограммирования направления саккады в задачах на последовательные движения глаз (Becker, Jurgens, 1979).

Тот факт, что многоактное действие не расщепляется стоп-сигналом (рисунок 7), подтвердил наше предположение об образовании в процессе тренировки более крупных действий с единым АС. Причем АС осуществляется перед СДГ на последнюю в группировке букву. Как известно, для того чтобы при тренировке сформировались быстрые и точные движения, необходимо перемещение определенных единиц действия на более низкий уровень, где нет необходимости осуществлять за ними контроль (Бернштейн, 1966; Glencross, 1980 и мн. другие). Из наших результатов становится очевидным, что переход напечатания отдельных букв на более низкий уровень, который не контролируется, связан с утратой АС в действиях напечатания этих букв. В связи с этим важным является отчет испытуемых, в котором они утверждали, что прекращали печатать фразу, как только слышали стоп-сигнал. На самом деле, в ответ на стоп-сигнал, предъявленный после СДГ на отдаленную в группировке букву, они пропечатывали еще одну или даже две буквы, входящие в группировку (рисунок 7, 2). Таким образом, момент предъявления стоп-сигнала во время выполнения действия испытуемые относили на время переходного периода, представленного завершением данного действия и развитием АС очередного действия.

В психологических исследованиях восприятия речи был описан очень похожий феномен. В исследованиях Дж. Фодора и Т. Бевера испытуемым во время прослушивания предложения предъявляли звуковой щелчок (Fodor, Bever, 1965). Сразу же после прослушивания предложения испытуемые должны были записать предложение и указать в нем то место, где они слышали щелчок. Обычно испытуемые утверждали, что слышали щелчок на границе между частями предложения, хотя он давался внутри синтагмы перед этой границей. В дальнейших исследованиях авторы исключили все возможные невербальные компоненты из прослушиваемых предложений, но эффект смещения восприятия щелчка вправо на границу между синтагмами сохранился (Garrett et al., 1966). По-видимому, при восприятии речи имеют место такие же закономерности в межсистемных отношениях, как и в изучаемом нами поведении.

#### *Выводы*

- 1 При печатании фразы одним пальцем субъективно оцениваются только те нажатия букв, на которые было совершено саккадическое движение глаз с последующей фиксацией взора, т. е. целостные действия, начинающиеся с афферентного синтеза.
- 2 Испытуемый ошибочно относит восприятие стоп-сигнала, предъявленного во время реализации действия, на переходный период, представленный завершением текущего действия и развитием АС очередного действия.
- 3 Отмена действия осуществляется во время его АС исключением из межсистемных отношений систем, вовлеченных в обеспечение движения руки, а не за счет вытормаживания этих систем системами оппонентных действий.
- 4 Совершенствование поведения может происходить за счет исключения из действий когнитивных систем и объединения оставшихся систем последовательных действий в общем АС одного действия.



#### Эксперимент 4. Прерывание печатания фразы вторичным дифференцированным ответом

Сопоставление показателей АКТГ и ЭОГ, полученных нами в предшествующих экспериментах, показало, что завершение текущего действия осуществляется одновременно с формированием афферентного синтеза последующего действия. Это означает не только перекрытие во времени двух последовательных действий, но и то, что это – переходный период от одного действия к другому. Во время этого переходного периода осуществляется установление связей между системами последовательных действий на уровне акцептора результатов действия текущего и АС последующего действий. Как мы уже отмечали, одним из доказательств взаимодействия систем двух действий является то, что при ошибочном нажатии буквы время напечатания следующей буквы возрастает (рисунки 2 и 5). Какой механизм лежит в основе этого увеличения времени? Можем ли мы на основании объяснения этого механизма конкретизировать представления о межсистемных отношениях в этот переходный период?

Наиболее вероятным, по нашему мнению, является следующий механизм. Завершением действия является сопоставление ожидаемого результата нажатия определенной буквы с реальным нажатием буквы. При ошибке имеет место рассогласование в акцепторе результатов действия. Согласно теории функциональных систем П. К. Анохина, это рассогласование должно вести к формированию нового действия, направленного на распознавание нажатой буквы. Но поскольку эти процессы осуществляются одновременно с АС следующего действия, то нужно признать, что *набор систем, связанный с восприятием нажатой буквы, является доминирующим во взаимодействии с системами следующего действия*. Находясь в активном состоянии, эти системы влияют на развитие АС очередного действия. Однако мы выдвинули данную гипотезу на основании только одного феномена – задержки реализации очередного действия после ошибочного действия. Необходимо проверить эту гипотезу для переходов между безошибочными действиями. Задача следующего этапа нашей работы заключалась в проверке выдвинутой нами гипотезы о том, что в переходный период от одного действия к другому доминируют системы предшествующего действия и поэтому субъект быстрее распознает ту букву, которую нажал, а не ту, которую планирует нажать.

Мы разработали оригинальную экспериментальную процедуру. Она предназначена для выявления степени готовности субъекта к распознаванию буквы в печатаемой фразе по сигналу. В создании этой экспериментальной модели мы исходили из следующего рассуждения. Если один и тот же двигательный ответ совершается с разным временем на один и тот же сигнал, но связанный либо с уже напечатанной буквой, либо с буквой, которую испытуемый только планирует нажать, то причиной этого является разное время восприятия этих букв. Мы назвали предложенную нами процедуру «вторичный дифференцированный ответ».

*Испытуемые.* В экспериментах участвовали 24 испытуемых (по 12 чел. мужского и женского пола) в возрасте от 18 до 22 лет, все правши. Ранее они участвовали в эксперименте 2.

*Процедура.* Испытуемые с выработанным навыком быстрого печатания фраз участвовали в двух экспериментальных задачах. Очередность экспериментальных задач для испытуемых выбиралась случайно.

Первая экспериментальная задача заключалась в следующем. Испытуемый быстро печатал фразу 75 раз. В случайном порядке во время нажатия буквы раз-

давался стоп-сигнал (рисунок 1). Он появлялся примерно в 20% печатаемых фраз. Если стоп-сигнал появлялся *после* нажатия гласной (согласной), то нужно было как можно быстрее повторно нажать эту букву. Если стоп-сигнал появлялся *после* нажатия согласной (гласной), то нужно было продолжать быстро печатать фразу до конца.

Во второй экспериментальной задаче, как и в первой, испытуемый быстро печатал фразу 75 раз. В случайном порядке во время нажатия буквы раздавался стоп-сигнал. Он появлялся примерно в 20% печатаемых фраз. Если стоп-сигнал появлялся *перед* нажатием гласной (согласной), то нужно было как можно быстрее повторно нажать только что напечатанную букву. Если стоп-сигнал появлялся *перед* нажатием согласной (гласной), то нужно было продолжать быстро печатать фразу до конца.

Для одной половины испытуемых сигнал стоп-сигнал был связан с гласной буквой, для другой половины этот сигнал был связан с согласной буквой. Предъявление сигнала носило псевдослучайный характер, а именно: он предъявлялся случайно, но исключались случаи его предъявления подряд в последовательных процессах напечатания предложения; стоп-сигнал предъявлялся с одинаковой вероятностью после гласной и согласной букв.

Таким образом, в двух экспериментальных задачах один и тот же сигнал предъявляется в одни и те же моменты печатания, и испытуемые должны были выполнять в ответ на предъявления этого сигнала одинаковые по двигательным проявлениям действия в обеих процедурах. Различия между действиями заключались в том, что стоп-сигнал был связан в первой процедуре с распознаванием напечатанной буквы, а во второй процедуре – с распознаванием буквы, которую испытуемый планирует напечатать.

*Регистрация ЭОГ и АКГ* осуществлялась так же, как и в предыдущих экспериментах. Момент предъявления стоп-сигнала в виде стробического сигнала записывали на один канал с актограммой.

*Обработка результатов.* Проводилось сопоставление АКГ- и ЭОГ-записей одних и тех же фрагментов печатания предложения без предъявления стоп-сигнала и при его предъявлении. Всего испытуемым должно было быть предъявлено 1080 стоп-сигналов в первой и такое же количество во второй экспериментальных задачах. В соответствии с программой, в каждой задаче в ответ на стоп-сигналы они 540 раз должны давать ответ в виде повторного нажатия буквы и 540 раз после стоп-сигнала продолжать печатать предложение.

По всей выборке испытуемых проводили сравнение: а) времени повторного нажатия буквы в первой и второй задачах; б) времени нажатия следующей после сигнала буквы в случаях продолжения печатания фразы в первой и второй задачах. Проводили анализ ошибок, которые испытуемые совершали после стоп-сигнала. Сравнивали количество ошибок в первой и второй задачах.

#### *Результаты и обсуждение*

*Ошибки.* К типичным ошибкам мы отнесли следующие действия: а) продолжение печатания фразы после стоп-сигнала, требующего повторного нажатия буквы; б) повторное нажатие буквы после стоп-сигнала, требующего продолжения печатания; в) пропечатывание нескольких букв после стоп-сигнала с правильным повторным нажатием; г) задержка времени начала действия после стоп-сигнала в 2 с и больше. При выполнении второй задачи количество ошибок оказалось достоверно большим, чем при выполнении первой задачи (таблица 3).



**Таблица 3**

Сравнение количества ошибок в первой и второй экспериментальной задачах (по критерию  $\chi^2$ )

Предложение	1-я задача (% ошибок)	2-я задача (% ошибок)	Достоверность
Паренёк ...	7,61	29,98	p = 0,000
Светлый ...	7,44	14,33	p = 0,000
Волк ...	5,94	23,23	p = 0,000
Нарежь ...	6,60	19,67	p = 0,000

*Время нажатий букв.* После вычета ошибочных действий и выравнивания количества правильных действий по всем ситуациям в анализ было взято по 340 измерений из каждой выполняемой задачи: время повторного нажатия и время нажатия первой буквы после стоп-сигнала при продолжении печатания фразы. Парное сравнение этих измерений показало:

- а) время повторного ответа на стоп-сигнал, связанный с нажатой буквой (первая задача), меньше, чем на стоп-сигнал, связанный с буквой, которую испытуемый планирует напечатать (вторая задача) – эти времена составляют соответственно  $581 \pm 138$  мс и  $714 \pm 200$  мс ( $t = -5,360$ ,  $df = 339$ ,  $p = 0,0000$ );
- б) при продолжении печатания время напечатания буквы после стоп-сигнала при выполнении первой задачи меньше, чем при выполнении второй задачи; они составляют соответственно  $733 \pm 177,8$  мс и  $1008,7 \pm 286,8$  мс ( $t = -7,678$ ,  $df = 339$ ,  $p = 0,0000$ );
- в) время повторного напечатания буквы меньше времени напечатания буквы после стоп-сигнала при продолжении печатания как при выполнении первой задачи ( $t = -6,348$ ,  $df = 339$ ,  $p = 0,0000$ ), так и при выполнении второй задачи ( $t = -4,601$ ,  $df = 339$ ,  $p = 0,0000$ ).

*Отчет испытуемых.* Все испытуемые в своих отчетах отметили, что первую задачу выполнять значительно легче, чем вторую.

Итак, факты подтверждают нашу гипотезу о том, что субъект быстрее и легче воспринимает напечатанную букву, нежели букву, на которую он собирается нажать.

При анализе результатов наблюдается интересная закономерность в ответах во второй задаче, в которой испытуемые в ответ на стоп-сигнал должны были распознать очередную букву после нажатой буквы. В одном случае после распознавания этой буквы они должны были отвечать быстрым повторным нажатием другой буквы. В другом случае после распознавания буквы испытуемые должны были быстро нажать распознанную букву. В экспериментах типа «стимул–реакция» первый описанный ответ относится к ответу на несовместимый с ответом сигнал, как, например, ответ в задаче Струпа. Второй ответ классифицируется как ответ на совместимый сигнал. По данным разных авторов, время ответа на «несовместимый сигнал» значительно превосходит время ответа на «совместимый сигнал» (Verleger, 1991). Однако в наших экспериментах время ответа именно на «несовместимый сигнал» было короче, чем время ответа на «совместимый сигнал». Объяснить этот феномен можно только с позиции нашей гипотезы о том, что набор систем, обеспечивавших действие, сохраняется после реализации этого действия и в момент предъявления стоп-сигнала, т. е. примерно через 100 мс после начала АС очередного действия, и яв-

ляется доминирующим по отношению к формирующемуся набору систем. Поскольку реальное действие закончилось нажатием буквы, то этот набор систем связан с активностью акцептора результатов действия или образа действия. Этот вывод согласуется с ответом М. Жиннеро на вопрос, поставленный еще в 1953 г. Л. Виттгенштейном: «Когда я поднимаю руку, что остается после вычитания факта моей поднятой руки?» Ответ был следующий: «Мы считаем, что остается внутренняя модель (репрезентация) того, что привело к поднятию руки» (Jeannerod, 1999, р. 3).

В данном исследовании мы подтверждаем вывод, сделанный нами ранее, о том, что внешне наблюдаемое перекрытие систем двух действий связано с переходными процессами от одного действия к другому. Во время переходного процесса осуществляется взаимодействие между системами этих действий, причем системы завершеного действия в виде акцептора результатов действия или образа в этом взаимодействии являются доминирующими, более доступными к осознанной оценке. Здесь можно выявить прямую аналогию с некоторыми выводами, которые сделал один из специалистов по изучению сознания М. Велманс в своей обзорной работе (Velmans, 1991). Он утверждал, что в речевой деятельности человек совершает до двенадцати изменений форм языка, и только некоторый конечный результат этой активности осознается. По его мнению, мы осознаем, что хотим сказать, только после того, как это сказали. В ситуации экспериментальных стимульных процедур, по мнению М. Велманса, субъект осознает стимул только после действия распознавания, а собственный ответ на стимул осознает после того, как завершит его (см. также: Nattkemper, Ziessler, 2004)

То, что наши испытуемые отмечают трудности в выполнении второй задачи, по-видимому, связано с тем, что стоп-сигнал требует прерывания активности акцептора результатов завершающегося действия и тем самым нарушает выработанное в процессе тренировки отношение между системами.

Почему так важно завершение действия с полным «отчетом» его в акцепторе результатов? Как пишет П. К. Анохин: «Именно этот аппарат дает единственную возможность организму исправить ошибку поведения или довести несовершенные поведенческие акты до совершенных» (Анохин, 1978, с. 95). М. Жиннеро повторяет эту мысль: «Реальное взаимодействие с окружающей средой в конечном счете стабилизирует внутренние репрезентации действий и обеспечивает постоянное их совершенствование для более эффективного выполнения действий» (Jeannerod, 1999, р. 2). С рассматриваемых нами позиций в акцепторе результатов действия по достижению результата вносятся коррекции в межсистемные отношения, что, по-видимому, приводит в конечном итоге к совершенствованию навыка.

#### *Выводы*

- 1 Внешне наблюдаемое перекрытие систем двух точностных действий связано с переходными процессами от одного действия к другому.
- 2 Во время этого переходного процесса доминируют системы предшествующего действия.
- 3 Субъективная оценка действия осуществляется по его завершению в акцепторе результатов действия и оказывает влияние на процесс АС следующего действия.

#### **Литература**

Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем. М.: Наука, 1978.

- Асмолов А. Г. Деятельность и установка. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.
- Безденежных Б. Н. Динамика взаимодействия функциональных систем в структуре деятельности. М.: Изд-во ИП РАН, 2004.
- Бернштейн А. Н. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
- Величковский Б. М. Современная когнитивная психология. М.: Изд-во Моск. ун-та, Москва, 1982.
- Гордеева Н. Д., Зинченко В. П. Функциональная структура действия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
- Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984.
- Найссер У. Познание и реальность. М.: Прогресс, 1981.
- Пономарев Я. А. Психологическое и физиологическое в системе комплексного исследования // Системный подход к психофизиологической проблеме. М.: Наука, 1982. С. 5–10.
- Сеченов И. М. Избранные произведения. Т. 1. Физиология и психология. М.: Изд-во АН СССР, 1952.
- Швырков В. Б. Введение в объективную психологию (нейрональные основы психики). М.: Изд-во ИП РАН, 1995.
- Averbeck B. V., Chafee M. V., Crowe D. A., Georgopoulos A. Parallel processing of serial movements in prefrontal cortex // PNAS. 2002. V. 99. № 20. P. 13172–13177.
- Bartlett F. Thinking. An experimental and social study. London: George Allen & Unwin LTD, 1958.
- Becker W., Jurgens R. An analysis of the saccadic system by means of double step stimuli // Visual Research. 1979. V. 19. P. 967–983.
- DeJong R., Coles M. G. H., Logan G. D., Gratton G. In search of the point of no return: the control of response processes // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1990. V. 16. № 1. P. 164–182.
- Desmurget M., Pelisson D., Rossetti Y., Prablanc C. From eye to hand: planning goal-directed movements // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 1998. V. 22. № 6. 761–788.
- Fodor J. A., Bever T. G. The psychological reality of linguistic segments // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1965. V. 4. P. 414–420.
- Garrett M., Bever T., Fodor J. A. The active use of grammar in speech perception // Perception and Psychophysics. 1966. V. 1. P. 30–32.
- Glencross D. J. Levels and strategies of response organization // Tutorial in Motor Behavior / Eds G. E. Stelmach, J. Requin. North-Holland Publishing Company, 1980. P. 551–566.
- Hanes D. P., Schall J. D. Countermanding saccades in macaque // Visual Neuroscience. 1995. V. 12. P. 929–937.
- Hanes D. P., Patterson Jr. W. F., Schall J. D. Role of frontal eye fields in countermanding saccades: visual, movement, and fixation activity // Journal of Neurophysiology. 1998. V. 79. P. 817–834.
- Hanes D. P., Carpenter R. Countermanding saccades in humans: evidence for a race-to-threshold process // Vision Research. 1999. V. 39. P. 2777–2791.
- Jeannerod M. The 25<sup>th</sup> Bartlett lecture. To act or not to act: Perspectives on the representation of actions // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1999. V. 52A. № 1. P. 1–29.
- Logan G. D., Cowan W. B. On the ability to inhibit thought and action: a theory of an act of control // Psychological Review. 1984. V. 91. P. 295–327.
- Nattkemper D., Ziessler M. Cognitive control of action: The role of action effects // Psychological Research. 2004. V. 68. P. 71–73.
- Osman A., Kornblum S., Meyer D. E. The point of no return in choice reaction time: controlled and

- ballistic stages of response preparation // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1986. V. 12. № 3. P. 243–258.
- Paré M., Hanes D.P.* Controlled movement processing: superior colliculus activity associated with countermanded saccades // *The Journal of Neuroscience*. 2003. V. 23. № 16. P. 6480–6489.
- Riehle A., Grün S., Diesmann M., Aertsen A.* Spike synchronization and rate modulation differentially involved in motor cortical function // *Science*. 1997. V. 278. P. 1950–1953.
- Schall J.D., Thompson K.G.* Neural selection and control of visually guided eye movements // *Annual Review of Neuroscience*. 1999. V. 22. P. 241–259.
- Singer R.N.* Motor behavior and the role of cognitive processes and learner strategies // *Tutorial in Motor Behavior* / Eds G. E. Stelmach, J. Requin. North-Holland Publishing Company, 1980. P. 591–603.
- Velmans M.* Is human information processing conscious? // *Behavioral and Brain Sciences*. 1991. V. 14. № 4. P. 651–726.
- Verleger R.* Sequential effects on response times in reading and naming colored color words // *Acta Psychologica*. 1991. V. 77. P. 167–189.
- Welford A.T.* The “psychological refractory period” and the timing of high-speed performance – a review and theory // *The British Journal of Psychology (General section)*. 1952. V. XLIII. P. 1. P. 2–19.
- Werner W., Hoffmann K-P., Dannenberg S.* Anatomical distribution of arm-movement-related neurons in the primate superior colliculus and underlying reticular formation in comparison with visual and saccadic cells // *Experimental Brain Research*. 1997. V. 115. P. 206–216.

