



Н. Д. ГОРДЕЕВА,  
В. П. ЗИНЧЕНКО

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДЕЙСТВИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА  
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ  
ПО ПРОБЛЕМЕ «СОЗНАНИЕ»

---

Н. Д. ГОРДЕЕВА, В. П. ЗИНЧЕНКО

# **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДЕЙСТВИЯ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1982

Гордеева Н. Д., Зинченко В. П. Функциональная структура действия. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. — 208 с.

В монографии исследуется процесс формирования и структуры исполнительного действия. Развиваются взгляды на проблему движения Ч. Шеррингтона, А. А. Ухтомского, Н. А. Бернштейна, А. В. Запорожца. Обсуждается и предлагается новый вариант решения классической проблемы соотношения типов регулирования (открытый и закрытый контуры) в функциональной структуре двигательного акта. Обосновывается гипотеза о его квантовомолновой природе.

Для специалистов в области экспериментальной и инженерной психологии, эргономики, робототехники, авиационной и космической медицины и психологии.

*Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Московского университета*

Рецензенты:  
действительный член АПН СССР В. В. Давыдов,  
кандидат психол. наук А. Д. Логвиненко

Наталья Дмитриевна Гордеева,  
Владимир Петрович Зинченко  
**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ  
СТРУКТУРА ДЕЙСТВИЯ**

Редактор Г. С. Ливанова  
Мл. редактор Т. И. Величина  
Художник Е. А. Михельсон  
Художественный редактор Н. Ю. Калмыкова  
Технический редактор Е. Д. Захарова  
Корректоры Л. А. Айдарбекова,  
Л. С. Ключкова

Тематический план 1982 г. № 22  
ИБ № 1692

Сдано в набор 23.03.82  
Подписано к печати 05.08.82  
Л-80792 Формат 60×90<sup>1/16</sup>  
Бумага тип. № 1  
Гарнитура литературная.  
Высокая печать  
Усл. печ. л. 18,0 Уч.-изд. л. 14,65  
Тираж 5800 экз. Заказ 387  
Цена 1 р. 10 к. Изд. № 1692

Ордена «Знак Почета» издательство  
Московского университета.  
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.  
Типография ордена «Знак Почета»  
издательства МГУ.  
Москва, Ленинские горы

Г 0304000000—138  
077(02)—82 22—82

© Издательство Московского университета, 1982 г.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов . . . . .	4
<b>Глава I. Проблемы единиц анализа психики . . . . .</b>	<b>5</b>
I.1. Из истории единиц анализа психики . . . . .	5
I.2. Требования к единицам анализа психики . . . . .	8
I.3. Проблема общности строения внешней и внутренней деятельности . . . . .	12
I.4. «Живое движение» как единица анализа психики . . . . .	23
I.5. Особенности чувственно-предметного и предметно-орудийного действия . . . . .	34
<b>Глава II. Обоснование использования микроструктурного анализа для исследования предметного действия . . . . .</b>	<b>42</b>
II.1. Методы исследования исполнительной деятельности . . . . .	42
II.2. Описание экспериментального стенда . . . . .	45
II.3. Микроструктурный анализ и обоснование его применения в исследованиях исполнительной деятельности . . . . .	50
II.3.1. Формирование пространственного действия в условиях нормального и инвертированного соотношения перцептивного и моторного полей . . . . .	53
II.3.2. Сравнительный анализ формирований пространственного действия в стабильных и динамических условиях . . . . .	63
II.3.3. Исследование функциональных компонентов пространственного действия . . . . .	70
<b>Глава III. Образ и действие . . . . .</b>	<b>78</b>
III.1. Постановка проблемы . . . . .	78
III.1.1. Формирование сенсомоторного образа пространства . . . . .	83
III.2. Взаимодействие регулирующего и исполнительного звеньев сенсомоторного действия . . . . .	93
III.2.1. Соотношение компонентов сенсомоторного действия в процессе формирования сложного пространственного действия . . . . .	96
III.3. Характер сенсомоторного взаимодействия при совершении прослеживающих движений . . . . .	104
III.4. О соотношении биодинамической и чувственной ткани в процессах построения образа и действия . . . . .	121
<b>Глава IV. Микроструктурный анализ моторного компонента действия . . . . .</b>	<b>128</b>
IV.1. Роль обратной связи в регуляции движения . . . . .	128
IV.2. Исследование «чувствительности» моторного компонента действия . . . . .	137
<b>Глава V. Гетерогенность двигательного акта . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>Глава VI. Функциональная модель предметного действия . . . . .</b>	<b>170</b>
Заключение . . . . .	192
Литература . . . . .	197



СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ  
ДМИТРИЯ ИВАНОВИЧА ГОРДЕЕВА  
И ПЕТРА ИВАНОВИЧА ЗИНЧЕНКО  
ПОСВЯЩАЕТСЯ

ОТ АВТОРОВ

Данная книга посвящена исследованию функциональной структуры предметного действия. Действие рассматривается в ней как единица анализа психики, своего рода «неразвитое начало развитого целого». Действие обладает порождающими свойствами и лежит в основе процессов формирования образа ситуации, принятия решения, а также в основе формирования эмоционально-оценочных компонентов психики. Излагаемые в книге исследования выполнены в русле психологической теории деятельности, развиваемой в научной школе Л. С. Выготского, А. Н. Леонтьева, А. Р. Лурия, и в русле физиологии активности, которая в нашей отечественной традиции связана с именами А. А. Ухтомского и Н. А. Бернштейна. Настоящая работа должна рассматриваться как продолжение и развитие тех научных оснований (изучение генезиса и формирования произвольных движений), которые были заложены в книге нашего учителя Александра Владимировича Запорожца «Развитие произвольных движений». К числу научных оснований настоящей работы относятся также исследования Н. А. Бернштейна, посвященные физиологическим механизмам регуляции и построения движений.

Важнейшей задачей, стоявшей перед авторами, было объединение в рамках одной концептуальной схемы главных достижений в области изучения генезиса, структуры, функций и механизмов произвольных движений и действий, имеющих в трудах Н. А. Бернштейна и А. В. Запорожца. Вслед за ними мы рассматриваем предметное действие как развивающийся функциональный орган индивида, обладающий биодинамической и чувственной тканью.

Опыт истории психологии учит, что обращение к исследованию движений и действий всегда обогащало другие разделы психологической науки. Видимо, не составляет исключения и наше время. Анализ структуры предметного действия помогает лучше понять процессы формирования образа, принятия решения и эмоциональной регуляции человеческой деятельности.

Авторы выражают искреннюю признательность всем сотрудникам, принявшим участие в исследованиях, а также Ф. Е. Василью и В. В. Давыдову за ценные критические замечания.

### Проблемы единиц анализа психики

#### 1.1. ИЗ ИСТОРИИ ЕДИНИЦ АНАЛИЗА ПСИХИКИ

История поиска единиц анализа психики заслуживает специального теоретико-методологического исследования. Как известно, проблема их выделения возникала в каждом направлении психологической науки, претендовавшем на создание непротиворечивой теории психических явлений, теории, способной ассимилировать накопленный многообразный эмпирический и экспериментальный материал<sup>1</sup>. Разумеется, путь от единицы анализа к теоретической конструкции в целом далеко не прост и не всегда заканчивается успехом. Тем не менее осознанное выделение единицы анализа — признак методологической зрелости того или иного направления в науке и начало систематического построения теории. Соответственно, и для оценки той или иной концептуальной системы, описывающей психические явления, полезно представить себе ее исходные посылки, выражающиеся в выделенных единицах анализа. Противоречия и расхождения между различными концептуальными системами наиболее ярко и выпукло обнаруживаются именно между единицами анализа, положенными в основу той или иной теории.

Можно напомнить, что в истории психологии в качестве единиц анализа психики выступали ощущения, представления, идеи (ассоцианизм); структурные отношения между фигурой и фоном (гештальтпсихология); реакция или рефлекс (соответственно реактология и рефлексология); поведенческий акт (бихевиоризм). В необихевиоризме, в частности, проблема единиц анализа рассматривалась в качестве центральной Э. Толменом, работы которого оказали большое влияние на современную когнитивную психологию. Он дополнил схему «стимул — реакция» системой промежуточных переменных, организованных в квазипространственные когнитивные карты. В западноевропейской психологии проблеме единиц анализа особенно обстоятельно обсуждал Ж. Пиаже, который в качестве таковой выделил обратимые операции, рас-

---

<sup>1</sup> «Для того чтобы понять многообразные психические явления в их существенных внутренних взаимосвязях, нужно прежде всего найти ту «клеточку» или «ячейку», в которой можно вскрыть зачатки всех элементов психологии в их единстве» (Рубинштейн, 1946, с. 173).

смаатриваемые в контексте более широких операторных структур. Источником возникновения интериоризованных операторных структур, согласно Пиаже, является действие. По сравнению с обратимыми операторными структурами частным случаем выступает использование в качестве единиц анализа мнемических и моторных схем, характерное для Ф. Бартлетта и ряда его последователей в современной англо-американской психологии. Были попытки использования в качестве единиц анализа психики и определенных состояний субъекта, таких, как установка (Д. Н. Узнадзе) или значащие переживания (Ф. В. Бассин).

Мы привели примеры относительно чистых, так сказать, «стерильных», типологических единиц психологического анализа, репрезентирующих либо когнитивную, либо эмоционально-оценочную, либо, наконец, волевую (поведенческо-исполнительную) сферу (ср. познание, чувство, воля). В истории психологии имеются также примеры вариантов единиц анализа, которые характеризовались как целостные недифференцированные образования. Последние (если их рассматривать в онтологическом плане) лишь на высших ступенях развития начинают дифференцироваться на отдельные, более или менее самостоятельные и определенно очерченные роды, виды и классы психологических образований. Представители лейпцигской школы Крюгер и Фолькельт ввели понятие «эмоционально-подобных ощущений» и говорили о слитности ощущений и чувств на ранних ступенях развития. Аналогичная мысль есть и в гештальтпсихологии. К. Коффка, например, писал, что на ранних ступенях развития ребенка предмет для сознания является в такой же мере страшным, как и черным, и что первые эмоционально-подобные восприятия должны считаться исходным пунктом всего последующего развития.

В дискуссиях по поводу единиц анализа психики формулировались как требования к самим единицам, так и требования к построению теории в целом. Сейчас едва ли кто-нибудь может сомневаться в том, что из отдельных ощущений нельзя построить образ предмета. Точно так же после критики Пиаже в адрес гештальтпсихологии ясно, что из перцептивных структур невозможно вывести операторные структуры или структуры понятий.

Однако современная психология, характеризующаяся небывалым накоплением все новых и новых фактов, проявляет недостаточный интерес, а порой и удивительную беззаботность к выделению и определению единиц анализа психики. Это особенно хорошо видно на примере современной когнитивной психологии, оперирующей понятиями функционального блока и операции по переработке информации. Каждый блок отличается по ряду параметров, важнейшими из которых являются место в более широкой структуре блоков, информационная емкость, время хранения, тип преобразования информации и т. д. При реконструкции конкретных единиц анализа, на которые когнитивная психология разделяет тот или иной психический процесс, обнаруживается,

что они представляют собой достаточно разнородные образования — от сенсорных регистров до семантической памяти. Описание того или иного психического процесса осуществляется с помощью объединения этих разнородных функциональных блоков в цепочки или реже — иерархические структуры. Но, хотя количественные и качественные характеристики отдельных блоков и операций, изучавшихся в специально создаваемых условиях, как правило, не вызывают серьезных сомнений, при попытках реконструкции на их основе более широких когнитивных структур исследователи сталкиваются с серьезными проблемами.

Не случайно большинство авторов, предлагающих блоковые модели сколь-нибудь сложных когнитивных процессов, подчеркивают их гипотетичность и недостаточную экспериментальную верифицированность. Чтобы оживить гипотетические блочные структуры, Д. Норман населил их демонами, которые, подобно демонам Максвелла, управляют процессами циркуляции информации и принятия решения. В этой ситуации едва ли неожиданным оказывается серьезное обсуждение места и роли гомункулюса в когнитивных структурах, как это делают, например, Ф. Эттнив (1960) и М. Познер (1978). И, хотя эти работы относятся к числу наиболее интересных, нельзя не задать вопрос: какова ценность теории познавательных процессов, апеллирующих к гомункулюсу, для объяснения познавательных способностей которого необходимо допустить гомункулюса второго порядка и так до бесконечности? (Величковский, В. П. Зинченко, 1979).

Падение интереса к единицам анализа психики, видимо, связано со слишком сильными разочарованиями по поводу таких не оправдавших надежд единиц, как ощущение, реакция, рефлекс и т. д. Возможно, что причиной ослабления интереса к единицам анализа является и недостаточная методологическая культура современной психологии в этой области. Действительно, в психологической литературе нам не удалось найти строгого определения единицы анализа психики. Она характеризуется либо как универсальная (элементарная или структурная) составляющая психики; либо как ее детерминанта (в этом случае, правда, она выступает не столько в роли единицы анализа, сколько в роли объяснительного принципа); либо, наконец, как генетически исходное основание развития всей психики. Соотношение между этими тремя моментами в характеристике единиц анализа в разных направлениях психологии весьма различно. Общим для них является, во-первых, недостаточная рефлексия по поводу единиц анализа психики. Эта недостаточность рефлексии выражается в нечеткости определения гносеологического и онтологического статуса выделяемых единиц и соответственно — в нечеткости определения их функций. Во-вторых, что более важно, психологи не формулировали нормативных требований к единицам анализа с точки зрения их соответствия (и возможности реконструкции на их основе) нередуцируемой психологической реальности (онтологиче-

ский план) и не формулировали нормативных требований к единицам анализа с точки зрения логики той или иной философской традиции (гносеологический план). Поэтому нередко мотивация и обоснование выделения единиц анализа остаются за пределами исследования.

## 1.2. ТРЕБОВАНИЯ К ЕДИНИЦАМ АНАЛИЗА ПСИХИКИ

Стиль современного мышления о любых формах реальности (физической, биологической, психической) характеризуется отказом от атомизма; пониманием того, что целое несводимо к своим частям, к элементарным процессам; признанием того, что вскрыть структурное и функциональное единство целого можно лишь при условии изучения явлений в активных состояниях, в их развитии. XX столетие характеризуется также началом преодоления адаптационно-гомеостатического подхода к изучению взаимоотношений организма и среды. В контексте обсуждения проблемы единиц анализа психики эти положения являются важнейшими. Большой вклад в преодоление атомистических представлений о единицах анализа психики внесли Л. С. Выготский и Н. А. Бернштейн. Приведем соответствующие высказывания обоих ученых.

Критикуя атомизм, Л. С. Выготский писал: «Обычно в психологических исследованиях психические функции разлагались на составные элементы и переставали существовать как целое, как структуры» (1960, с. 15). Для предшествующих психологических школ характерно «отождествление задач научного исследования с разложением на первоначальные элементы и сведением высших форм и образований к низшим... игнорирование качества, не сводимого к количественным различиям, т. е. антидиалектичность научного мышления» (1960, с. 18).

Очень близки к этому высказывания Н. А. Бернштейна. Отвергая вирховианскую теорию о том, что целое есть всегда сумма частей, он пишет: это ведет к аналитическому исследованию «элементарных, искусственно изолированных функций» (1966, с. 250). В другом месте Н. А. Бернштейн замечает, что иерархические модели, которые создаются по принципу «снизу вверх», от мелкого к крупному, в порядке слияния, мозаики, интеграции, не верны.

Главным в приведенных высказываниях является то, что анализ не должен заменять внутренних отношений единства внешними отношениями чуждых друг другу элементов. «Под единицей мы подразумеваем такой продукт анализа, который в отличие от элементов обладает всеми основными свойствами, присущими целому и которые являются далее неразложимыми живыми частями этого единства... Психологии, желающей изучить сложные единства, необходимо понять это. Она должна заменить методы раз-

ложения на элементы методом анализа, расчленяющего на единицы. Она должна найти эти неразложимые, сохраняющие свойства, присущие данному целому, как единству, единицы, в которых в противоположном виде представлены эти свойства, и с помощью такого анализа пытаться разрешить встающие перед ним вопросы» (Выготский, 1934, с. 9). Попробуем на основании имеющегося в психологии опыта, и прежде всего идей Л. С. Выготского, систематизировать требования к единицам (и методам) психологического анализа.

**1. Единица анализа должна быть не диффузным и не синкретическим целым, построенным из элементов, т. е. путем соединения всего со всем, а структурным образованием, внутренне связанной психологической структурой.** Например, Л. С. Выготский вполне соглашался с Э. Клапаредом в том, что наиболее слабым местом теории эмоций Джемса-Ланге является то, что эмоция представлена как совершенно бесструктурное образование, состоящее из совокупности психологически совершенно разнородных ощущений, слагающихся по законам физиологической механики.

**2. Единица должна содержать в виде противоположностей свойства целого.** Другими словами, единица должна в целом вычленять главные его внутренние противоположности и фиксировать их в себе. Эти противоположности (как в единице, так и в целом) всегда связаны в некоторое осмысленное единство (см. п. 1). В то же время единицы, которые выделял и которыми оперировал Л. С. Выготский, носили, так сказать, «компромиссный» характер. Например, значение, с одной стороны, мышление, с другой — речь<sup>2</sup>; переживание — единство среды и личности. Это требование не столько разных, сколько противоположных свойств (или начал) можно было бы назвать требованием исходной гетерогенности единиц анализа (см.: В. П. Зинченко, 1978). При его принятии в значительной мере снимаются проблемы разъединения и последующего «соединения», «согласования» разорванных начал, например таких, как аффект и объективное отражение, познание и поведение. В этих оппозициях зафиксированы исполнительные, когнитивные, эмоционально-оценочные компоненты психического.

**3. Единицы жизнедеятельности, сохраняющие структурные свойства целого, должны быть способны к развитию, в том числе и к саморазвитию, т. е. они должны обладать порождающими свойствами и возможностями трансформации в нечто иное по**

---

<sup>2</sup> Ср.: «Именно постоянное несовпадение мысли и речи, их взаимное преобразование друг другом, их тождество, включающее в себя радикальное бытийное рассогласование, — все это вместе взятое и понятое, и есть мысль в ее исходном определении. Такой подход отвечает неким радикальным определениям мысли, согласно которым мысль должна включать в свое определение (и определенность) не-мысль (предмет мысли, мысль как предмет мысли)» (Библер, 1981, с. 15).

сравнению со своими исходными формами. Именно в процессах трансформации и взаимопревращения единиц друг в друга они получают свою определенность. Необходимым условием развития таких единиц является контакт с окружающей средой. Л. С. Выготский всегда возражал против рассмотрения духовной деятельности как совершенно автономной области, лежащей вне природы и вне жизни, такой области, которая, говоря языком Спинозы, является не естественной вещью, следующей общим законам природы, но вещью, лежащей за пределами природы, как бы государством в государстве.

Как Л. С. Выготский, так и Н. А. Бернштейн отчетливо сознавали, что объект психологического исследования, по сути дела, является таковым, что вне рассмотрения процессов развития он в принципе не может быть выделен и адекватно понят (см.: Давыдов и В. П. Зинченко, 1981). Более того, оба они понимали, что функционирование — это одновременно и развитие.

Л. С. Выготский подчеркивал необходимость «представить всякую высшую форму поведения не как вещь, а как процесс, взять его в движении к тому, чтобы идти не от вещи к ее частям, а от процесса к его отдельным моментам» (1960, с. 132). Для различных психологических школ, а также физиологии высшей нервной деятельности схема  $S - R$  является основным методом изучения (1960, с. 63). Схема  $S - R$  предполагает пассивный характер человеческого поведения (1960, с. 81).

Этим положениям вполне созвучны и многие идеи Н. А. Бернштейна. Необходим новый подход к изучению физиологических явлений: «...вместо организма в покое выдвинутся в качестве более важного объекта организм в работе...» (1966, с. 255). «Стало очевидно, что если по отношению к отправлениям покоя можно еще удовлетвориться изучением их по частям, дробя организм на отдельные частные функции и не покидая позиций атомизма, то во всех активных проявлениях жизнедеятельности организм выступает как настолько неделимое целое, что искусственное дробление оказывается невозможным» (1966, с. 255).

Из идеи развития единиц анализа психики исходил и С. Л. Рубинштейн, который писал: «Клеточка» или «ячейка» психологии в нашем понимании не является чем-то неизменным, всегда себе равным. Она — продукт развития, и на различных ступенях развития сама она изменяется и приобретает различное содержание и структуру. «Клеточка», о которой мы говорим, — не абстрактный всегда себе равный, тождественный элемент. Генетический, исторический принцип распространяется и на нее. Развитие психики на разных ступенях развития психики находит себе отражение и в различии соответствующей «клеточки» (1946, с. 173).

4. Единица должна быть живой частью целого. Л. С. Выготский использовал термины «живое единство», «живая клеточка» (1934, с. 8). В то же время такая единица сама должна быть

единым далее неразложимым целым, своего рода системой. Последнее нужно понимать в том смысле, что дальнейшее разложение этого целого на элементы возможно, но оно убьет его как живое и целое. Отсюда, в частности, следует, что новые единицы (в онтологическом смысле) возникают не постепенно, а скачком.

**5. Необходимо исходить из таксономического подхода к единицам психологического анализа.** Последний в достаточно отчетливой форме был выражен в работах А. Н. Леонтьева (1977), который, как известно, выделил три уровня организации деятельности и три типа психологических единиц анализа жизнедеятельности: отдельная (или особенная) деятельность, действие и операция. В методологическом плане такой подход представляется наиболее перспективным для современной психологии. Но при его оценке следует учитывать, что современная практика психологических исследований требует дальнейшего совершенствования, развертывания этой схемы единиц.

Заметим, что любая схема единиц анализа с таксономической точки зрения должна быть открытой, как и вся проблема таксономии в психологии.

Таксономический подход к единицам анализа разделялся и Н. А. Бернштейном, который писал о том, что рефлекс — это не элемент действия, а элементарное действие. Нельзя создать сложное поведение из рефлексов. Нужно не дробить действие на мелкие осколки, а разложить все возможные действия в ряд, в порядке возрастающей сложности, и тогда на том фланге, куда мы уложим наименее сложные, мы найдем и все рефлексy (Бернштейн, 1966).

**6. Единицы анализа психики, которые выполняют функции генетически исходных, должны иметь реальную чувственно созерцаемую форму.** Это положение было сформулировано В. В. Давыдовым (1972), развивавшим представления о единице анализа психики, как о генетически исходной «клеточке» или «неразвитом начале развитого целого».

**7. Анализ, расчленяющий сложное целое на единицы, должен создавать возможность синтетического изучения свойств, присущих какому-либо сложному единству (целому) как таковому.** Именно с этой точки зрения Л. С. Выготский считал расчленение на единицы эффективным средством изучения сложных динамических смысловых систем. Выготский писал, что такой анализ, например, показывает, что существует динамическая смысловая система, представляющая собой единство аффективных и интеллектуальных процессов. Это означает, что «во всякой идее содержится в переработанном виде аффективное отношение человека к действительности, представленной в этой идее. Он позволяет раскрыть прямое движение от потребности и побуждений человека к известному направлению его мышления и обратное движение от динамики мысли к динамике поведения и конкретной деятельности личности» (Выготский, 1934, с. 14).



8. Выделяемые единицы анализа должны не только отражать внутреннее единство психических процессов, но также должны позволять исследовать отношение той или иной изучаемой психологической функции (или процесса) ко всей жизни сознания в целом и к его отдельным важнейшим функциям. Сознание всегда было главным предметом исследования Л. С. Выготского, и он оценивал продуктивность той или иной психологической теории с точки зрения ее реального (или хотя бы возможного) вклада в изучение сознания.

Перечисленные требования представляют собой необходимое условие как для выделения генетически исходных единиц анализа психики, так и для построения их таксономии, для установления законов их развития и функционирования. Эти проблемы, разумеется, выходят за пределы настоящей книги. Однако для психологического анализа функциональной структуры действия — главного предмета дальнейшего изложения — весьма полезно иметь в виду систематизированные требования к единицам анализа психики. В современной психологии проблема единиц анализа затрагивается в редких случаях, да и то лишь в историческом контексте (Ткаченко, 1974). Она чаще всего подменяется проблемой уровней организации психики. При этом на различных уровнях фигурируют различные единицы анализа, и исследователи, как правило, не заботятся о преемственности единиц, с помощью которых характеризуются различные уровни. Мы слишком часто встречаемся с синкретическими наборами единиц, что дало повод одному автору заметить, что в психологическую структуру процесса опознания включаются гностические нейроны: от детекторов линий к детекторам углов и так... до детекторов моей бабушки в желтом фольксвагене. Единицы в рамках каждого уровня должны быть гетерогенными, но вся таксономия единиц должна отвечать требованию гомогенности, т. е. не выходить за пределы психологии. Каждая единица должна содержать в себе свойства, отражающие познание, чувство, волю или, используя более современные категории, предметность, осмысленность и активность. В противном случае она будет единицей физиологического или, например, биомеханического, но не психологического анализа.

### 1.3. ПРОБЛЕМА ОБЩНОСТИ СТРОЕНИЯ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сложность определения единиц анализа психики связана с тем, что психическая деятельность протекает в двух формах: внешней и внутренней. Поэтому, прежде чем обсуждать проблему генетически исходной единицы анализа, а также возможные пути ее

трансформации в другие более развитые единицы, необходимо определить ту сферу, в которой поиск ее может оказаться успешным.

Оппозиция внешнего и внутреннего — это наследие картезианского дуализма, принятого классической психологией. В истории психологии было немало попыток как преодоления, так и углубления этой оппозиции. Здесь мы рассмотрим лишь некоторые узловые моменты этой оппозиции, необходимые для обсуждения психологической структуры действия.

Мысль о том, что психика играет роль регулятора действий, деятельности, поведения, не нова. Вопрос состоит в том, какова природа этого регулятора? В поисках ответа на этот вопрос А. Н. Леонтьев и С. Л. Рубинштейн пришли к парадоксальному на первый взгляд результату. Регулятор деятельности имеет деятельностную природу. Такое заключение, собственно, и положило начало деятельностной трактовке психики, начало созданию психологической теории деятельности. Эта теория создавалась постепенно. Схематически можно выделить в ее зарождении и создании ряд пересекающихся друг с другом этапов. На первых порах деятельность выступила в качестве объяснительного принципа психических процессов. Более того, положение о том, что психика сама может регулировать протекание деятельности, оставалось в тени. Усилия исследователей были направлены на то, чтобы показать, что не психика является детерминантой поведения и деятельности, а деятельность субъекта детерминирует формирование и протекание психических процессов. Так, например, П. И. Зинченко (1939) и А. А. Смирнов (1948) нашли, что особенности деятельности субъекта детерминируют процессы памяти, определяют объем, скорость, точность запоминания, хранения, воспроизведения материала. Позже деятельность выступила в качестве предмета исследования. Возникло и получило экспериментальное обоснование представление о процессах восприятия, памяти, мышления, внимания, как о системах перцептивных, мнемических, умственных и других действий, складывающихся и развивающихся в ходе жизни отдельного индивида под влиянием совместной деятельности и общения с другими людьми (Гальперин, 1976; Запорожец и др., 1967; П. И. Зинченко, 1961). Использование принципов микроструктурного анализа позволило показать справедливость деятельностной трактовки психики для ряда кратковременных познавательных процессов, в частности процессов кратковременной памяти (В. П. Зинченко, Величковский, Вучетич, 1980).

Многочисленные исследования, выполненные в русле психологической теории деятельности, привели А. Н. Леонтьева (1977) к заключению о том, что предметная деятельность субъекта представляет собой субстанцию психического развития. Другими словами, мы сталкиваемся со сложной зависимостью: деятельность выступает как субстанция психики, и она же является зависи-

мой от психики переменной. Психика порождается деятельностью, и она же является органом деятельности (Юдин, 1978).

Таким образом, использование деятельности в качестве объяснительного принципа и полагание деятельности в качестве предмета исследования послужили основой целого ряда существенных достижений в изучении перцептивных мнемических, умственных действий. Была определена номенклатура соответствующих действий и способов их осуществления (операций), сложились представления о функциональной структуре и микроструктуре многих познавательных действий, имеются успехи в расшифровке физиологических механизмов, реализующих эти действия. Несомненна и практическая значимость подобных исследований. На их основе удалось определить предельные значения точности и скорости целого ряда процессов приема и переработки информации.

Вместе с тем, как часто бывает в науке, продуктивная концептуальная схема анализа того или иного явления не только открывает новые перспективы его изучения, но и ставит новые проблемы. Остановимся лишь на одной, наиболее сложной из таких проблем.

Когда речь идет о формировании, например, процесса восприятия, в нем сравнительно легко можно выделить в качестве его составляющих такие перцептивные действия, как обнаружение, информационный поиск, выделение релевантных задач информативных признаков и т. д. В развитых формах восприятия и опознания, определение состава соответствующих действий затруднено, так как они из развернутых во времени действий трансформировались в практически симультанные акты. Именно это и заставляет развивать и использовать методы микроструктурного и микрогенетического анализа, чтобы вновь развернуть процесс во времени, создавать искусственные ситуации, позволяющие расщеплять и в известной степени изолированно изучать тот или иной компонент (операцию или функциональный блок) целостного процесса. По этим же причинам исследователи непрерывно совершенствуют методы регистрации макро- и микродвижений руки и глаза, методы многоканальной тахистоскопии, методы стабилизации изображения относительно сетчатки, методы регистрации движений артикуляторного аппарата и т. д.

Использование достаточно чувствительных средств регистрации эффекторных звеньев перцептивных, мнемических и мыслительных действий позволило установить, что происходит не только сокращение и редукция их моторных компонентов, но что меняется также их алфавит. Например, в области перцепции внешние перцептивные действия трансформируются в действия викарные (В. П. Зинченко, Вергилес, 1969). Последние обнаруживаются также при исследовании визуального мышления: они обеспечивают манипулятивную способность зрительной системы. Иными словами, повышение чувствительности средств регистрации эффекторных звеньев познавательных действий позволяет в экспе-

риментальных условиях «превращать» многие так называемые «внутренние действия» в действия внешние, имеющие свой моторный алфавит. Полученные с помощью методов микроструктурного анализа данные подтвердили положение А. Н. Леонтьева о наличии генетических взаимопереходов и взаимопревращений внешней, материальной, практической деятельности и деятельности внутренней, идеальной, психической.

Однако по мере развертывания исследований микроструктуры когнитивных процессов, особенно исследований кратковременных процессов, мы вновь сталкиваемся с аналогичной проблемой. Все труднее и труднее решается задача идентификации определенных форм внутренних действий с теми или иными внешними развернутыми поведенческими актами. Указанные трудности возрастают по мере того, как расширяется номенклатура выделенных с помощью разнообразных методических средств познавательных действий и составляющих их операций и функциональных блоков. Обнаруживается все больше внутренних действий, для которых трудно вообразить какой-либо непосредственный аналог во внешней предметной деятельности, в движениях речедвигательного аппарата и даже в идеомоторике. Следовательно, по мере того как кратковременные познавательные действия становились предметом все более многочисленных и тщательных экспериментальных исследований, психология стала все чаще сталкиваться со случаями, в которых внутренние действия протекают в формах, казалось бы, не имеющих соответствующих внешних средств. Это связано с тем, что методы когнитивной психологии, в том числе и методы анализа функциональной структуры и микроструктуры, дают более расчлененную картину познавательных процессов, обладают большей разрешающей способностью по сравнению с методами регистрации эффекторных компонентов перцепции, равно как и по сравнению с самими современными методами психофизиологического анализа когнитивных процессов.

Разумеется, утверждение о том, что уже исчерпаны методические возможности поиска моторных компонентов внутренних действий, преждевременно. Да и положение об интериоризации внешней предметной деятельности в деятельность внутреннюю получает в генетической и детской психологии все новые доказательства. Но его дальнейшее развитие требует серьезного теоретико-методологического обоснования и экспериментальной разработки.

Говоря о познавательных и прежде всего перцептивных действиях, мы не можем не коснуться вопроса о входящих в их состав движениях (в частности, движениях рецепторных аппаратов) и роли этих движений в формировании образа восприятия. Очевидным является факт тесной, органической связи между движением и действием; обыденное сознание часто вовсе не различает их. Однако на самом деле они не тождественны. Психофизиологии нормальной и патологической моторики известны фак-

ты компенсации, замещения одних движений другими при выполнении одних и тех же действий. Возможно движение «без действия», например, при конвульсиях, эпилептических припадках и т. д., когда реакции мышечной системы лишены целенаправленного характера. Возможно и действие без движения, в случае, например, умственного действия, которое производится в идеальном плане, в плане представления.

Видимо, наличие или отсутствие движений не может служить критерием наличия или отсутствия действия. Другими словами, развитые формы психических актов могут осуществляться без внешне выраженных моторных компонентов. Соответственно этому внутренние формы действия вовсе не должны быть похожи на внешние по способам своего осуществления, хотя между ними возможно сходство в целях и предметном содержании. Но для того чтобы делать заключения об их сходстве, мы должны иметь, во-первых, расчлененное представление как о структуре внешнего предметного действия, так и о структуре внутреннего действия, а во-вторых, — метрику и процедуры соизмерения внешних и внутренних действий.

Вместе с тем, как уже указывалось, существует необходимая связь движения и действия, и последнее, по крайней мере в своей исходной форме (форме внешнего материального действия), обязательно включает в себя моторные компоненты. Для того чтобы понять природу связи этих двух процессов, необходимо учесть основные качества действия, которые, согласно А. Н. Леонтьеву, заключаются в целенаправленности и предметности. Действие всегда предполагает известное целесообразное преобразование (реальное или мысленное) внешней предметной ситуации. Связь действия с движением определяется той функцией, которую последнее выполняет в такого рода целенаправленном акте.

Здесь мы подходим к сложнейшей проблеме определения того, что представляет собой само действие; каковы наиболее существенные, инвариантные по отношению к его многочисленным разновидностям характеристики. При этом определение действия должно быть достаточно общим и пригодным как для его внешних, так и для его внутренних форм (если сохранять эту сложившуюся в психологии оппозицию). В школе Л. С. Выготского, А. Р. Лурия, А. Н. Леонтьева имеется богатый опыт изучения и определения различных познавательных действий, и тем самым созданы реальные предпосылки для определения действия как такового. Пока же действие — это рабочее понятие теории, в котором сконцентрировано большое число важнейших проблем психологической науки. К их числу относятся проблемы соотношения субъективного и объективного, психологического и физиологического, внешнего и внутреннего. С этим понятием связаны и проблемы интериоризации и экстериоризации высших психических функций. Проблема действия, на наш взгляд, является ключевой проблемой теории психологии.

Начнем обсуждение этой проблемы с исходного, уже упомянутого выше различия, которое издавна принято в психологии: внешнее, материальное, действие и действие внутреннее, идеальное. По поводу этого различия существуют три логически возможные точки зрения: внешняя и внутренняя деятельность абсолютно различны, тождественны или, наконец, обладают принципиальной общностью строения. Первая точка зрения характерна для созерцательной идеалистической психологии, ограничившей предмет своего исследования замкнутым в себе внутренним миром субъективных переживаний (миром сознания). Вторая точка зрения характерна для ортодоксального бихевиоризма и отчасти для гештальтпсихологии с ее идеями изоморфизма оптического, мозгового и феноменального полей. «Концепция психологии сознания, — писал С. Л. Рубинштейн, — утверждает чисто созерцательную бездейственную сознательность; концепция поведенческой психологии — бессознательную действенность, механическую активность или слепую импульсивность» (1946, с. 174). Действительно, если внешняя материальная деятельность не является психическим образованием или не содержит в своей ткани психики в качестве органического компонента, то в рамках логически однородного рассуждения невозможно представить себе, каким образом психика и сознание связаны с жизнедеятельностью, каким образом они возникают и развиваются, наконец, каким образом сокращение и редукция внешней деятельности, наблюдаемые в процессах интериоризации, могут привести к образованию внутреннего плана деятельности.

Наиболее конструктивной является третья точка зрения, которая развивалась Л. С. Выготским, А. Н. Леонтьевым, С. Л. Рубинштейном. Эти ученые усматривали принципиальную общность строения внешней и внутренней деятельности в том, что обе они опосредуют взаимосвязи человека с миром, в котором осуществляется его реальная жизнь. Внешняя и внутренняя деятельности — это не две части или две стороны деятельности, а две формы деятельности, существующие в единстве, благодаря чему возможны превращения и переходы их друг в друга. А. Н. Леонтьев обращал внимание не только на переходы, которые описываются термином интериоризация внешней деятельности, но и на переходы, происходящие в обратном направлении, от внутренней к внешней деятельности (Леонтьев, 1977, с. 99, 100). Положение об одинаковом строении внешней и внутренней деятельности не следует понимать как положение об их тождестве. А. Н. Леонтьев писал, что «процесс интериоризации состоит не в том, что внешняя деятельность **перемещается** в предсуществующий внутренний «план сознания»; это — процесс, в котором этот внутренний план **формируется**» (там же, с. 98).

Следовательно, в психологической теории деятельности в отчетливой форме поставлена проблема преодоления абсолютизации различий внешней и внутренней деятельности. Условием ее

решения является преодоление все еще распространенной абсолютизации противопоставления субъективного и объективного, в том числе за счет конкретизации и расширения понятия объективного. (Последнее способно включить в свою орбиту также и описание предметов, естественные проявления которых содержат в себе отложения субъективно-деятельностных трансформаций действительности.) Равным образом необходимым и расширение понятия субъективного, психического, включение субъективности в реальность и преодоление примитивного различия души и тела. Субъективность, входящая в объективную реальность, данную науке, должна быть понята как органический и необходимый элемент этой реальности, а не мыслиться расположенной где-то над ней в качестве фантома физических событий, элиминируемого наукой, или за ней, в виде таинственной души (В. П. Зинченко, Мамардашвили, 1977). В связи с этим нельзя не вспомнить, что Маркс в свое время весьма серьезно возражал против созерцательного материализма, которым сознание «берется вполне натуралистически, просто как нечто данное, *заранее противопоставляемое* бытию, природе»<sup>3</sup>.

Таким образом, мы приходим к тезису об относительности противопоставления как субъективного и объективного, так и внутреннего и внешнего. Однако остается вопрос, что же это конкретно означает для психологического исследования, для теории психологии, ее эмпирии и ее практики? Возможно ли дальнейшее развитие положения о принципиальной общности строения внешней и внутренней деятельности? Речь идет о конкретной реализации этого положения, которая (до поры, до времени) не должна сводиться к аргументам, связанным с генезисом внутренней деятельности и с возможными взаимопереходами (интериоризация и экстериоризация) одной формы деятельности в другую. Выше уже отмечалось, что для многих изученных к настоящему времени внутренних действий мы не можем отыскать такие формы внешней деятельности, которые могли бы служить аналогом первых. Оставим также пока в стороне аргументы, приводимые А. Н. Леонтьевым, относительно того, что обе формы деятельности отвечают тем или иным потребностям и побуждениям, испытывают на себе регулирующее влияние эмоций, подчинены сознательным целям и, наконец, осуществляются теми или иными средствами, т. е. при помощи определенных операций (Леонтьев, 1977, с. 45). Поставим вопрос об общности строения иначе. Возможно ли обнаружение компонентов внешней деятельности в любых формах внутренней деятельности? Другими словами, можно ли найти не просто подобные компоненты в двух независимых (примем это пока условно) образованиях: внешней и внутренней деятельности, а найти в них именно общие компоненты? Последнее поможет представить их не только как подобные, но и как взаимосвя-

---

<sup>3</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. т. 20, с. 34 (курсив наш. — Авт.).

ресекающиеся — в пределе тождественные — множества компонентов.

Предположим, что нам в принципе не удастся найти компоненты внешней деятельности во внутренней деятельности (в ~~высших психических функциях~~); ~~так~~ не удаётся это сделать в настоящее время при исследовании целого ряда супербыстрых репродуктивных и продуктивных процессов кратковременной зрительной памяти (например, сканирование со скоростью 100—120 символов в секунду) или процессов мгновенной оценки сложной ситуации. Не выступит ли вновь внутренняя деятельность в качестве некоторого замкнутого в себе универсума, имеющего изначально внутреннюю природу, как она выступала уже в классической психологии. История развития последней свидетельствует о том, что такая трактовка внутренней деятельности неминуемо приводит к эпифеноменализму. Если «память духа» изначально оторвана от «памяти тела», то соединение их может быть только искусственным. В равной степени это относится и к другим психическим функциям. Из внутренней психической деятельности, понимаемой таким образом, невыводимы никакие следствия для поведения и деятельности живых существ. Напомним, что выше это было продемонстрировано на примере современной когнитивной психологии, которой пришлось обратиться к демонам и гомункулюсам для решения проблемы координации процессов внутри замкнутых в себе блоковых структур. Таким образом мы вновь приходим к абсолютизации противопоставления внешней и внутренней деятельности, хотя они подобны по своему строению.

Можно сделать и другое предположение. Представим себе, что в процессе совершенствования методов психологического исследования, повышения их «разрешающей способности» появится принципиальная возможность поставить в соответствие внутренним формам деятельности ее внешние формы. В этом случае мы придем к идеалу бихевиоризма — внутренняя деятельность испарится, да в ней, собственно, и не будет нужды.

Рассмотренные выше варианты поиска внешнего во внутреннем не позволяют прийти к конструктивному решению проблемы общности строения внешней и внутренней деятельности. Для такого решения остается еще одна возможность. Она состоит в том, чтобы обратиться к характеристике внешней деятельности и попытаться найти в ней компоненты, традиционно относимые к деятельности внутренней. При этом будем исходить из того, что проблемы поиска внешнего во внутреннем и внутреннего во внешнем не симметричны. Если исчерпаны все возможности первого поиска, то это не означает, что исчерпаны возможности второго.

В классической психологии и в классической физиологии внешняя деятельность рассматривалась вне всякой связи с внутренним миром субъективных переживаний. Внешнее действие понималось как машинообразное исполнение команд, а движение — как сокращение мышц и растягивание сухожилий. Поэтому клас-



сическая психология не пускала действие на порог психологической лаборатории<sup>4</sup>.

Действие (точнее реакция) в лучшем случае рассматривалось как индикатор некоторых внутренних процессов. (Впрочем, этот индикатор достаточно быстро уступил место индикаторам физиологическим.) Такому действию действительно нечего делать в психологической лаборатории. Но, может быть, классическая физиология и психология ошибались, и в действии есть нечто другое, кроме сокращения мышц и разрядов нервных импульсов? Если такое предположение имеет основания, то проблема должна будет состоять в том, чтобы найти внутренние, идеальные компоненты во внешней деятельности и соответственно во внешнем действии. Для решения таким образом поставленной проблемы потребуются основательный пересмотр привычных представлений о внешней деятельности, внешнем действии и даже движении. Потребуется также введение и новых единиц анализа психики. Развиваемая нами точка зрения соответствует позиции А. Н. Леонтьева, высказанной им в последней книге: «...психологический анализ деятельности состоит в том, чтобы ввести в психологию такие единицы анализа, которые несут в себе психическое отражение в его неотторжимости от порождающих его и им опосредствуемых моментов человеческой деятельности» (1977, с. 12—13). Для того чтобы найти такие единицы анализа, имеются не только методологические и теоретические основания, но и экспериментально-методические. Если первые были отчетливо сформулированы еще в доэкспериментальный период развития психологии, то вторые представляют собой достижение последних десятилетий.

Внешнее, материальное действие, которое содержит в своем составе, в своей биодинамической ткани компоненты психики, действительно может служить источником возникновения и развития многих других превращенных форм действия, в том числе и действий внутренних, обособившихся, автономизировавшихся и освобожденных от своей внешней оболочки. Но при любых формах автономизации внутренних действий сохраняется их генетическая связь с действиями материальными, т. е. сохраняется их связь с породившим их источником. Более того, сохраняется связь и функциональная, выражающаяся во взаимопереходах и взаимопревращениях внешних и внутренних действий, о которых писал А. Н. Леонтьев (1977, с. 100).

Приведенные рассуждения вполне созвучны онтологическим схемам марксистской психологии, которые всегда строились на основе примата предметной деятельности субъекта. В. А. Лектор-

---

<sup>4</sup> «Изучение движений вовсе выпало из сферы традиционной сугубо созерцательной идеалистической психологии. Для многих стало само собой разумеющимся, что движения лежат вне сферы психологии, ограниченной будто бы замкнутым, внутренним миром субъективных переживаний» (Рубинштейн, 1946, с. 548). Добавим к этому, что лишь в самое последнее время когнитивная психология начала проявлять интерес к изучению движения.

ский, в частности, показал, каким образом «сформулированный в марксистской философии принцип предметной деятельности позволяет осуществить генетическую реконструкцию многообразных форм человеческой активности, генетически «вывести» их из одной основы, которой в марксистском понимании является чувственно-предметная деятельность, т. е. материальная практика» (1976, с. 60). Философская категория чувственно-предметной деятельности и соответствующее ей психологическое понятие чувственно-предметного действия являются фундаментальными для всей психологической науки и ее прикладных отраслей.

Использование их в качестве *генетически* исходного основания позволило противопоставить методологическому плюрализму единую марксистскую методологию, открывающую возможность проникновения в действительную природу психики и сознания человека. По мысли А. Н. Леонтьева, теория деятельности выступает как конкретизация марксистской методологии в области психологии, как фундамент единой и монолитной психологии, позволяющей дать последовательную и непротиворечивую реконструкцию нередуцируемой психологической реальности.

В чувственно-предметном действии представлена вся целостность психического, именно поэтому оно может быть принято в качестве генетически исходной единицы анализа человеческой психики, своего рода «клеточки», «неразвитого начала развитого целого», имеющего к тому же реальную чувственно-созерцаемую форму. Чувственно-предметное действие содержит в себе важнейшие компоненты психического: когнитивные, исполнительные и эмоционально-оценочные. Только задав их в самом начале, мы можем затем выделить объективные процессы (протекающие независимо от наблюдения и самонаблюдения), выделить стороны предмета психологического исследования, поддающиеся объективному описанию даже в случаях, когда неизбежно употребление терминов «сознание», «воление», «субъект», «личность» и т. п. Потом уже поздно соединять сознание с предметным миром и описывающими его терминами. Равным образом, не задав с самого начала связи между перечисленными компонентами чувственно-предметного действия, потом поздно соединять движение и чувство, образ и действие. В свете этого рассуждения сознание, психические интенциональные и эмоциональные процессы с самого начала привлекаются к анализу не только как отношение к действительности, но, прежде всего, как отношение в действительности (В. П. Зинченко, Мамардашвили, 1977).

Сказанное выше делает еще более значимым решение задачи поиска внутреннего во внешнем. Этот поиск должен опираться на анализ исходных форм действия или даже «живого движения» (термин Н. А. Бернштейна). Это соответствует и духу деятельностной трактовки психики. В основе этой трактовки лежит представление о действии, базальным компонентом которого является реальное движение. Такое представление складывалось в резуль-

тате изучения сенсорных и перцептивных действий (А. В. Запорожец, В. П. Зинченко, А. Н. Леонтьев); развития произвольных движений (А. В. Запорожец); формирования умственных действий и понятий (П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов). Следует упомянуть также, что уже в одном из первых экспериментальных исследований памяти, трактуемой как действие, П. И. Зинченко писал: «Любой психический процесс должен быть понят не как метафизическая «функция» или «способность» сознания, не как механическая сумма реакций организма, а как определенное психическое действие, т. е. такое действие, которое предполагает факт отражения действительности в форме того или иного психического состояния. Психическое состояние необходимо опосредствовано действием. Само действие вместе с тем является реальным процессом, в котором происходит переход или «перевод» предметной действительности в ее идеальное отражение в психике, в сознании действующего субъекта» (П. И. Зинченко, 1939, с. 161). Обращает на себя внимание, что при введении понятия «психического действия» в нем не содержалось противопоставления внешнего и внутреннего.

Многочисленные исследования, выполненные в соответствии с психологической теорией деятельности, позволяют предположить, что любое идеальное, умственное действие содержит в себе в явном или скрытом виде реальное движение<sup>5</sup>. Поэтому путь к изучению структуры действия должен проходить через описание реальных форм движения. Но вся проблема состоит в том, в каких характеристиках оно должно быть представлено? В биомеханических, физиологических или психологических? Анализ психологического содержания живого движения как базального компонента различных форм действия будет посвящен следующий параграф. Раскрытие этого психологического содержания, на наш взгляд, и представит собой решающее доказательство принципиальной общности строения и внутренней деятельности. Сейчас, предвосхищая дальнейшее, отметим, что сложность моторного акта вполне соизмерима со сложностью когнитивного. В развитых формах моторного акта также не просто найти когнитивные компоненты, как не просто в развитых формах когнитивных актов обнаружить моторные компоненты.

Вместе с тем необходимо отдавать себе отчет в том, что доказательство принципиальной общности строения внешней и внутренней деятельности лишь устраняет абсолютизацию их противопоставления, порождающую многие методологические и теоретические тупики, но не устраняет эти формы деятельности из круга научного психологического исследования. Вне этой оппозиции (при условии, что она правильно понята) невозможно сколько-нибудь

---

<sup>5</sup> А. Пункаре писал, что «неподвижное существо не было бы в состоянии создать геометрию» (1974, т. 3, с. 675); см. также: Давыдов, Андронов (1979).

содержательное исследование процессов генеза и развития психики, невозможно решение практических задач формирования перцептивных, мнемических, умственных действий, равно как и действий исполнительных, невозможно, наконец, формирование и проектирование учебной и трудовой деятельности.

Таким образом, обсуждение проблемы общности строения внешней и внутренней деятельности привело нас к необходимости подвергнуть тщательному анализу внешние формы деятельности, начиная от элементарных действий и кончая более сложными. Такому анализу будет посвящено дальнейшее изложение.

#### 1.4. «ЖИВОЕ ДВИЖЕНИЕ» КАК ЕДИНИЦА АНАЛИЗА ПСИХИКИ

Идея о том, что движение может рассматриваться в качестве единицы анализа психики, имеет глубокие корни как в истории философии, так и в истории психологии и физиологии. Систематический анализ истоков этой идеи — предмет специального историко-теоретического исследования, далеко выходящего за границы настоящего изложения. Поэтому здесь мы ограничимся лишь несколькими иллюстрациями, назначение которых — показать, что проблема единства живого движения и психики не нова, хотя для современной психологической науки она звучит достаточно неожиданно. Во всех приводимых ниже высказываниях различные авторы фиксировали не только наличие внешних связей между движением и теми или иными психическими функциями, например, восприятием, памятью и т. д., но и усматривали эти функции в самой ткани двигательного акта как основы действия.

Связь между категориями движения и памяти отмечалась еще Аристотелем: «Ощущение (происходит) от внешних предметов, а припоминание из души (направляясь) к движениям или остаткам их в органах чувств» (1975, с. 386). М. С. Роговин (1978) приводит положение Аристотеля о том, что движение, связанное с припоминанием, оставляет в душе некоторый след, который в конечном итоге служит основой для нашего восприятия времени.

Ближие к этому идеи мы находим у Августина, который связывал действие не только с памятью, но и с предвидением: «Ожидание относится к вещам будущим, память — к прошедшим. С другой стороны, напряжение действия относится к настоящему времени; через него будущее переходит в прошедшее, причем ожидание конца начатого действия невозможно без памяти... Следовательно, в действии должно быть нечто такое, что относится к тому, чего еще нет» (1901—1905, с. 302—303). Действие, таким образом, представляет собой средство, соединяющее прошедшее с будущим, и в себе самом содержит элементы предвидения и памяти.

Спиноза в свое время выдвинул глубоко материалистическую идею, суть которой состоит в следующем. Мышление — это свойство мыслящего тела. Значит, задача состоит в том, чтобы тщательно исследовать способ действия такого тела в отличие от немыслящего. Кардинальное отличие между ними заключено в способности мыслящего тела активно строить траекторию своего движения в пространстве сообразно с формой другого тела, причем любого другого тела (отсюда — универсальность таких движений).

Прочитируем Э. В. Ильенкова, который следующим образом поясняет эту идею Спинозы: «...Человеческая рука может совершать движения и по форме круга, и по форме квадрата, и по форме любой другой, сколь угодно замысловатой и причудливой геометрической фигуры, обнаруживая тем самым, что структурно-анатомически она заранее не предназначена к какому-либо одному из названных «действий» и именно потому способна совершать любое. Этим она отличается, скажем от циркуля, который описывает окружность гораздо точнее, чем рука, но зато не может описать очертания треугольника или квадрата... Иными словами, действие (хотя бы в виде пространственного перемещения в виде самого простого и наглядного случая) тела «немыслящего» определяется его собственным внутренним устройством, его «природой» и совершенно не согласуется с формой других тел, среди которых оно движется. Поэтому оно либо ломает формы других тел, либо само ломается.

Человек же — мыслящее тело — строит свое движение по форме любого другого тела. Он не дожидается, пока неодолимое сопротивление других тел заставит его свернуть с пути; мыслящее тело свободно огибает любое препятствие самой сложной формы» (1974, с. 34).

В не менее определенной форме идеи о связи действия с памятью и предвидением развивал Ч. Шеррингтон: «В осуществлении действий, направленных на окончательный, завершающий акт, в процессе отбора открывается возможность элементам памяти (хотя и рудиментарной) и элементам предварения (хотя и незначительным) развиться в психическую способность к «развертыванию» настоящего назад, в прошлое, и вперед, в будущее, которая у высших животных является неперменным признаком более высокого умственного развития (1969, с. 314).

П. Жане также связывал простейшие формы памяти с движением и с обязательным при осуществлении движений ощущением длительности. Последнее, по мнению П. Жане, возникает при первых попытках управления действиями и приложения усилий. Он, как и Шеррингтон, локализовал мнемические эффекты в моментах окончания действия и связал движения с предвидением и поиском.

Обсуждая проблему единиц анализа психики, С. Л. Рубинштейн, видимо первый в истории психологии, признал действие

основной «клеточкой», или «ячейкой», психологии. Он писал, что такое признание означает «что в действии психологический анализ может вскрыть зачатки всех элементов психологии» (1940, с. 143). Однако, говоря о генетической связи между психикой и деятельностью (психическое у человека не только проявляется, но и формируется в деятельности), С. Л. Рубинштейн утверждал, что «признание действия основной «клеточкой» психологии не означает, конечно, что действие признается предметом психологии» (там же). В дальнейшем С. Л. Рубинштейн развивал концепцию психического как процесса, исходя из положения о непрерывности взаимодействия человека с миром (см.: Брушлинский, 1981, с. 35)<sup>6</sup>.

Главным в приведенных выше высказываниях философов, психологов и физиологов является убеждение в том, что субъект строит свои действия в зависимости от того, что может случиться только в будущем. Здесь цель как идеальный образ будущего, образ должного детерминирует настоящее, определяет собой реальное действие и состояние субъекта. В любой ситуации субъект может поступить и так и иначе, его действия не поддаются предпрограммированию, они невыводимы только из событий прошлого (Давыдов, В. П. Зинченко, 1980). Нам представляется, что именно с этим были связаны упомянутые выше попытки локализовать важнейшие функции психики в движении, действии и тем преодолеть абстракцию «простого движения» (Василюк, 1982). Согласно этой абстракции двигательный эффект рассматривается как элементарное, «точечное» событие, однозначно и неизменно вызываемое другим столь же простым событием — возбуждением определенной зоны коры больших полушарий. В реальном движении нет ничего, чего бы не было уже в центральной нервной системе. «Последняя инстанция движения — в клетках передних рогов» (Павлов, т. III, кн. 2, с. 141—142). С этой точки зрения арсенал готовых движений изначально заложен в организме, и

---

<sup>6</sup> Здесь уместно сослаться на анализ адекватности категории «процесс» с точки зрения описания деятельности, проделанный Г. П. Щедровицким. Он отмечает, что на основе этой категории «никому не удавалось объяснить, каким образом человек действует, как он использует свои прошлые продукты в качестве средств новой деятельности, как он объединяет в одной актуальной структуре «прошрое», «настоящее» и «будущее» (1975, с. 83). Спорным является также тезис С. Л. Рубинштейна о непрерывности взаимодействия субъекта с объектом. Это взаимодействие совершается дискретно, в нем обязательно присутствуют «разрывы» и «засторы». Именно в зазорах длящегося опыта возможна его фиксация, программирование следующих отрезков деятельности, возникновение психологических новообразований и т. д. (Ухтомский, 1978, с. 255; В. П. Зинченко, Мамардашвили, 1977, с. 117). Иное дело, что непрерывной является деятельность, но и она состоит из последовательности дискретных структурированных предметных действий. Интересный вариант устранения несоответствия между непрерывностью воспроизведения деятельности в материале поведения и последовательностью реализующих его отдельных действий предложен О. И. Генисаретским (1975, с. 467 и след.).

при возбуждении определенной клетки высвобождается определенное движение<sup>7</sup>.

И. П. Павлов фактически абстрагировался (теоретически и методически) от реальных движений животного. Поэтому он отвергал всякую возможность введения понятия цели в объяснение поведения: «...сам факт возникновения цели для получения того или иного результата вступает в принципиальное противоречие с основными чертами рефлекторной теории» (Анохин, 1975, с. 38). Цель, замечал еще Аристотель, это цель какого-нибудь действия, а все действия сопряжены с движением. Так что в неподвижном не может быть этого начала (цели). (Аристотель, 1975, т. 1, с. 101).

Следствием выработки представлений о новом типе детерминизма по цели было преодоление абстракции простого движения и развитие представлений о сложности и универсальности движений одушевленного тела, строящихся по форме других тел.

Движения одушевленного тела, воспроизводящие форму других тел, внутренне связаны с поиском, включающим в себя ориентацию на будущее. Такие движения мы называем, вслед за Н. А. Бернштейном, «живыми движениями». Проблема их происхождения является вместе с тем проблемой происхождения чувствительности, ощущения, психики.

Каковы же особенности живого движения, которые дают основания рассматривать его в качестве генетически исходной единицы психической реальности?

Наиболее существенным признаком, отличающим живое движение от механического, является то, что оно представляет собой не только и не столько перемещение тела в пространстве и времени, сколько *овладение* пространством и временем, т. е. оно обладает чертами активного хронотопа. Рассмотрим, благодаря каким свойствам живое движение приобретает эти черты. А. А. Ухтомский, оценивая состояние советской физиологической науки на 1932 год, писал о том, что физиологи (да и психологи, добавим мы) в свое время не располагали совершенно точными характеристиками реальных движений в организме и довольствовались приблизительными описаниями и определениями их. «Открытие микроскопической техники произвело огромный переворот в естествознании именно благодаря тому, что вместо приблизительных и суммарных характеристик для живых архитектур стало возможно узнать их мельчайшие детали, каковы они есть в природе. То была микроскопия исключительно анатомическая или неподвижных форм в пространстве. Приходит время, когда наука может говорить о «микроскопии времени», по выражению Н. А. Бернштейна, о «микроскопии хронотопа», как сказали бы

---

<sup>7</sup> Наиболее ярко подобная позиция была выражена Дж. Уотсоном (1926), который утверждал, что у ребенка 5—6-дневного возраста имеется уже весь репертуар движений взрослого человека.

мы. Это микроскопия уже не анатомическая, а физиологическая: микроскопия не неподвижных архитектур, но микроскопия движения в текуче-изменяющейся архитектуре при ее деятельности. И здесь будет новый переворот в естествознании, последствий которого переоценить мы пока и не можем, подобно тому как современники Левенгука и Мальпиги не могли предвидеть, что принесет их потомкам микроскоп» (Ухтомский, 1954, т. 5, с. 75).

Эти слова были написаны А. А. Ухтомским несколько лет спустя после первых, ставших затем классическими, работ Н. А. Бернштейна по биомеханике. Разработанные в то время Н. А. Бернштейном методы регистрации и анализа движений и проведенные на их основе исследования позволили ему сформулировать ряд важнейших положений. Главное из них состоит в том, что движения живого организма должны рассматриваться как своего рода органы: «То, что они не существуют целиком в каждый момент, а разворачиваются во времени, то, что они включают в свое бытие координату времени несколько иным образом, нежели, например, анатомические органы и ткани, ни в какой мере не устраняет их из числа объектов морфологического круга изучения. Наоборот, мысль о том, что движение во многих отношениях подобно органу (существующему, как и анатомические органы в координатной системе  $X, Y, Z, T$ ), представляется чрезвычайно плодотворной...» (Бернштейн, 1966, с. 178). Н. А. Бернштейн аргументирует аналогию живого движения с анатомическими органами или тканями двумя основными жизненными его свойствами: «Во-первых, живое движение *реагирует*, во-вторых, оно закономерно *эволюционирует* и *инволюционирует*» (там же). Очень важно соображение Н. А. Бернштейна о том, что реактивность живой двигательной структуры не может быть грубо механически сведена к реактивности живых органических тканей, участвующих в данном движении (точно так же свойства психики не могут быть сведены к свойствам нервных тканей). Н. А. Бернштейн специально изучал реактивность движения и обнаружил, что она очень избирательна. Это привело его к заключению, что «движение не есть цепочка деталей, а структура, дифференцирующаяся на детали, — структура целостная при наличии в то же время высокой дифференциации элементов и разнообразно-избирательных форм взаимоотношений между ними. Это оправдывает примененную мною выше образную характеристику живого движения как биодинамической ткани» (там же, с. 179).

Таким образом, живое движение, по Н. А. Бернштейну, это реактивный, развивающийся функциональный орган<sup>8</sup>, обладающий дифференцирующейся на детали структурой и собственной биодинамической тканью. Орган, который нельзя редуцировать к

---

<sup>8</sup> Под функциональным органом, в соответствии с идеей А. А. Ухтомского, следует понимать всякое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение.



материальному субстрату движения, хотя последний и определяет протекание живого движения, но обладает собственными качественными характеристиками. Столь сложное образование, как живое движение, должно обладать определенными жизненными функциями, для характеристики которых Н. А. Бернштейн использовал понятие «двигательная задача». Задача «построения движения» в уникальной предметной ситуации является фантастической по своей сложности. Чтобы решить ее, тело, обладающее психикой, вынуждено каким-то нерациональным, не рассудочным путем постичь сложнейшую физику (статику, динамику, кинематику, сопромат) конкретной предметной ситуации и согласовать ее с телесной биомеханикой.

Решение подобных задач действительно требует формирования сложнейших функциональных органов, в ткань которых должны входить не только физические, утилитарные акты исполнения, но и когнитивные, эмоционально-оценочные компоненты, которые Н. А. Бернштейн соотносил с «моделями потребного будущего». Живое движение в концепции Н. А. Бернштейна — это не реакция, а акция, не ответ на внешнее раздражение, а решение задачи. Характеризуя работы Н. А. Бернштейна, С. Л. Рубинштейн писал: «Таким образом преодолеваются ходячие, традиционные, вульгарно-дуалистические представления, согласно которым психологические моменты в человеческой деятельности являются внешними силами, извне управляющими движением, а движение рассматривается как чисто физическое образование...» (Рубинштейн, 1945, с. 3). «Поэтому-то и биомеханика — это не механистическая дисциплина, это, — по словам А. А. Ухтомского, — дисциплина, заранее настороженная против абстрактности и искусственности механистического отношения к реальности, желающая взять реальность физиологического рабочего движения по возможности во всей полноте» (Ухтомский, 1954, т. 5, с. 76). И действительно, хотя движение осуществляется во внешнем геометрическом пространстве, оно вместе с тем имеет и собственное пространство. Н. А. Бернштейн на основании обобщения всей совокупности топологических и метрических свойств моторики в ее взаимоотношениях с внешним пространством ввел понятие моторного поля. В последнем топология преобладает над метрикой. Это сказывается в том, «что моторному полю не свойственны прямые линии и различие их от кривых... ему не свойственны устойчивые идентичные линии» (1966, с. 69).

Живое движение менее всего похоже на механическое перемещение тела в пространстве. Тщательный анализ рисунка движений, даже хорошо заученных и многократно повторяющихся в одной и той же ситуации, в том числе анализ их задающих, программирующих, собственно физических и коррекционно-контролирующих компонентов, свидетельствует об их уникальности. Биодинамическая ткань моторного акта так же неповторима, как отпечаток пальца. Отсутствие устойчивых идентичных линий в мо-

торном поле, неповторимость движений наводят на мысль о том, что живое движение каждый раз строится заново. Остаточный и неустранимый разброс во времени осуществления движений и в их траекториях необходим для построения собственного моторного поля, которое каждое живое существо «носит с собой». Отсюда и явно выраженные тропизмы (небезразличность направлений при безразличности положений) и отсутствие право-левосторонней симметрии. Координатная сетка моторного поля не прямолинейна, она колыхается как паутина на ветру (там же, с. 69). Моторное поле — это освоенная в результате осуществления движений большая или меньшая часть внешнего геометрического пространства. Если внешнее геометрическое пространство первоначально является перцептивно пустым, то строящееся моторное поле начинает заполняться своего рода «чувственной тканью». Моторное поле строится посредством поисковых пробующих движений, зондирующих пространство во всех направлениях.

Движение имеет не только пространственные, но и временные координаты, и именно поэтому многие мыслители связывали движение с памятью и предвидением. Как показывают многочисленные исследования, в функциональную структуру действия входят два когнитивных компонента: формирование программы предстоящего действия (т. е. элементы предварения в терминах Ч. Шеррингтона или потребного будущего в терминах Н. А. Бернштейна) находится перед исполнительным компонентом действия, а контроль, связанный со схемами памяти, находится после него (Гордеева и др., 1975).

Н. А. Бернштейн «заглядывание в будущее», или модель будущего, считал базисом для каждой двигательной задачи. Он говорил о существовании двух форм моделирования мира: модели прошедше-настоящего, или ставшего, и модели предстоящего. Вторая модель непрерывным потоком перетекает и преобразуется в первую. Как происходит преобразование одной модели в другую? Этот процесс осуществляется в настоящем посредством живого движения. Без него будущее останется там, где оно находится, и никоим образом не перетечет в прошедшее. Взаимоотношения между прошедше-настоящим и будущим оказываются источником движения: то, что должно еще случиться, определяет движение, выступает в качестве его причины. Другими словами, современная психология, как и современная физика, сталкивается с инверсией явлений, причинности и начинает иметь дело не только с запаздывающей, но и с опережающей и полной причинностью.

В живом движении в нераздельном единстве присутствуют пространство и время. Перетекание времени из будущего в прошедшее возможно лишь на основе активного действия в пространстве, на основе его преодоления и овладения им. Движение выступает в качестве необходимого соединительного звена между предвидением и памятью. Неизбежное рассогласование между

ними преодолевается за счет «напряженного действия» в настоящем. Справедливо и обратное. Симультанизация пространственной картины мира возможна лишь в результате последовательного, развернутого во времени, сукцессивного действия в нем. Акты живого движения наполняют память и шаг за шагом строят будущее. Живое движение действительно обладает чертами активного хронотопа и представляет собой уникальное средство преодоления и овладения пространством и временем. Это овладение возможно, в том числе и потому, что живое движение является средством обмена, или, лучше сказать, трансформации пространства во время и обратно. Следовательно, функциональная структура живого движения является пространственно-временной. Это важная, но в известном смысле все же формальная характеристика. В структуру живого движения должно входить нечто, что, не являясь движением, управляет его протеканием, инициирует его, регулирует пространственно временные характеристики, наконец, прерывает или прекращает его. Этим нечто является предмет. Поэтому функциональная структура живого движения — не просто пространственно-временная, а, по удачному выражению О. И. Генисаретского, предметно-временная (1975, с. 448). Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Обнаруженный А. А. Ухтомским и Н. А. Бернштейном факт «сложности движения» в его методологическом звучании следует признать открытием *предметного характера движения*. Факт взаимодействия в процессе жизни живого существа с вещами внешнего мира считался в традиционной физиологии настолько тривиальным, что доказывать или оспаривать его было нелепо, но этот факт оставался теоретически не освоенным и не учитываемым. Заметим, что почти в такой же степени это относится и к психологии. Хотя в ней идеи предметности восприятия возникли достаточно рано, но далеко не сразу были распространены на движение.

Традиционная физиология видела, с одной стороны, движение (или реакцию), а с другой — предмет (или в лучшем случае предметные последствия реакции), но не видела *предметного движения субъекта*. Предметное движение — это движение, во-первых, удовлетворяющее некоторую жизненно важную потребность субъекта и, значит, в определенных своих параметрах жестко заданное этой жизненной необходимостью, а, во-вторых, развертывающееся в предметном мире и, чтобы быть успешным, вынужденное отвечать по своему строению свойствам этого мира. Сложная структура тела высшего животного, многообразие и изменчивость объективных обстоятельств делают почти всякую предметную ситуацию уникальной, так что даже самый богатый репертуар врожденных реакций в принципе не может обеспечить каждую из них адекватным движением. Движение в любой такой ситуации должно быть заново *построено*. Психика находится на службе у предметного действия. Но предмет, вещь является

необходимым условием формирования психики. Предметные, механические свойства вещи, которая включена в деятельность, играют по отношению к движению ту роль, которая затем будет выполняться психическим образом, ее отражением. «Психика не просто «проявляется» в движении, в известном смысле движение формирует психику. Ведь именно движение осуществляет непосредственно ту практическую связь человека с окружающим предметным миром, которая лежит в основе развития его психических процессов.

Движение, соединяя человека с предметным миром, обогащает чувственное отражение его человеком. Движение повинуетсЯ при этом управляющим им ощущениям, зависит от них. Но для этого сами ощущения должны повиноваться предмету, поверяться предметом, а это происходит в практическом сближении с ним посредством движения же» (Леонтьев, 1945, с. 91). И далее: «Движения человека являются продуктом огромного опыта, накопленного в процессе его онтогенетического развития, опыта, который является в такой же степени сенсорным, гностическим, как и двигательным... Тем самым человеческое движение выступает, думаем мы, в своем настоящем свете: не как принадлежащее только «чисто физической» сфере человека, над которой механически надстраивается его психика, но как осуществляющее процесс единой, высшей по своей форме, человеческой жизни — жизни, опосредствованной психикой, сознанием» (там же, с. 97, 99).

Мы привели эти выписки из работы А. Н. Леонтьева потому, что ему же принадлежат положения о возможности существования различных степеней *предметности двигательной задачи*, которую он трактовал не просто как один из факторов, влияющих на движение, а как решающий момент, от которого зависит осуществление его собственного строения (Леонтьев, Запорожец, 1945, с. 11—12). Предметность движения — это одновременно и выход за пределы координат собственного тела в систему внешних пространственных координат окружающего мира и необходимое условие отображения этого мира (ср.: «отображение зависит от образа действий в отношении событий среды». Ухтомский, 1950, т. 5, с. 223).

Следовательно, к пространственно-временным характеристикам живого движения необходимо добавить свойство предметности. Указанные характеристики представляют своего рода «бытийный слой» живого движения. Он определяет собой то, что было названо А. В. Запорожцем внутренней картиной движения, или внутренней моторикой, т. е. моторикой, не входящей в состав внешних движений, непосредственно выполняющих данный двигательный акт: «Эти нереализуемые видимым образом или реализуемые своеобразно двигательные возможности системы, составляющие содержание того, что мы называли «внутренней моторикой», имеют *решающее значение* для протекания внешнего «ис-

полняющего» движения (Леонтьев, Запорожец, 1945, с. 163). Можно предположить, что внутренняя моторика — это представление субъекта о пространстве возможных действий или возможных способов действия в той или иной ситуации. Формирование внутренней моторики — это начало формирования внутреннего плана деятельности, начало интериоризации внешнего предметного действия.

Используя терминологию Ю. Конорски, можно заключить, что внутренняя моторика представляет собой кинестетическое гностическое поле, кинестетический гнозис. Согласно клиническим наблюдениям этого автора, существуют формы патологии, в которых происходит диссоциация между кинестетическим гнозисом и выполнением действия. Больной может правильно программировать движение, передавать команды на его выполнение, но не может его выполнить. В этих случаях у больного даже появляются галлюцинации выполнения движения, возникающие по механизму галлюцинаций в экстероцептивных анализаторах (см.: Конорски, 1970, с. 156, 157).

Если верна аналогия между кинестетическим гнозисом и внутренней моторикой, то последняя должна быть тесно связана с образом, хотя без дополнительных исследований преждевременно обсуждать черты их сходства и различия.

Еще одна группа свойств внутренней моторики, которая отмечается А. В. Запорожцем, состоит в том, что она придает движению определенную пристрастность, направленность, в которой выражается внутреннее отношение человека к тому, что он делает. Она связана с личностными установками человека, с мотивами, определяющими его отношение к ситуации.

Таким образом, вместо абстракции «простого движения», характерной для традиционной физиологии и бихевиоризма, мы приходим к реальности сложного, живого, предметного движения, решающего двигательную задачу и обладающего к тому же внутренней картиной. Живое движение, имеющее все перечисленные свойства, это и есть чувственно-предметное действие субъекта. В предшествующем изложении предпочитали говорить о живом движении, так как в нем и по смыслу, и по значению обязательно присутствует моторный эффект. В действии также присутствует моторный эффект, но он может быть как непосредственным, так и отсроченным. Описание живых движений, действий может быть осуществлено с помощью концептуального аппарата, основы которого закладывались в трудах И. М. Сеченова, Ч. Шеррингтона, А. А. Ухтомского, Н. А. Бернштейна, А. В. Запорожца, А. Н. Леонтьева и др. Эти процессы не могут быть описаны ни в терминах рефлекторной теории, ни в терминах теории стимулов и реакций. Для этого необходимы такие понятия, как «модель потребного будущего», «двигательная задача», «предвидение», «память», «опробование», «поиск», «успешные движения», «симультантные образы», «повиновение движения предмету», «внут-

ренности моторика», «одухотворенность движения» и т. д. Эти понятия и термины относятся к области физиологии активности и психологической теории деятельности, для которой, говоря словами Э. Г. Юдина, психика выступает как орган деятельности.

Соотношение движения и психики проступает настолько отчетливо, что его можно представить по аналогии с рассуждением А. Ф. Самойлова: «Наш известный ботаник К. А. Тимирязев, анализируя соотношение и значение различных частей растения, воскликнул: «лист — это есть растение!» Мне кажется, что мы с таким же правом могли бы сказать: «Мышца — это есть животное!» Мышца сделала животное животным, мышца сделала человека человеком» (1952, с. 933). Точно так же можно сказать, что живое движение — это есть психика!

На основании изложенного можно заключить, что поставленная выше проблема поиска внутреннего во внешнем может быть разрешена. Этот поиск должен опираться на анализ «живого движения», решающего собственную задачу и имеющего в своем составе в неразвитом виде потребностно-мотивационные, когнитивные, эмоционально-оценочные и исполнительные компоненты. Живое движение, обладающее пространственно-временными и предметно-смысловыми чертами, действительно является единицей психической реальности.

Выше была приведена самая общая характеристика живого предметного движения. Напомним, что первым шагом нашего рассуждения было своего рода полагание начала, единицы анализа психики, единицы, имеющей реальную чувственно-созерцаемую форму, и в то же время являющейся теоретическим конструктом. Подобная двойственность имеет смысл, потому что, как справедливо заметил Макс Борн, «начало» связано лишь с нашей способностью описывать положение вещей с помощью аппарата привычных нам понятий. В результате проведенного анализа мы пришли к заключению, что живое движение обладает необходимыми и достаточными свойствами, чтобы его можно было принять в качестве исходной единицы психической реальности. Оно гетерогенно, несет на себе важнейшие черты психики, оно полифункционально и способно к развитию. Кроме уже названных характеристик живого движения, оно обладает *выразительностью* (а значит, и знаковостью). Эти черты открывают возможность сделать понятие живого движения корнем не только понятий, отражающих психологию индивида, но и интериндивидуальные процессы. Следующим шагом должна быть проверка того, насколько живое движение обладает генеративными свойствами, или, иначе, можно ли именно живое движение считать той генетической основой, которая в ходе своего развития дифференцируется и трансформируется в иные формы действий, в частности, в различные формы когнитивных действий (перцептивные, мнемические, умственные) и т. д.

## 1.5. ОСОБЕННОСТИ ЧУВСТВЕННО-ПРЕДМЕТНОГО И ПРЕДМЕТНО-ОРУДИЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

Выше была дана характеристика живого движения как возможной генетически исходной единицы психической реальности. Эта характеристика является предварительной, поскольку психология не исследовала живое движение в чистом виде. В качестве объекта изучения выступали различные формы чувственно-предметного и предметно-орудийного действия. Дифференциация этих форм сама по себе представляет сложную проблему, не говоря уже о том, что вслед за их дифференциацией обязательно должен следовать этап генетической реконструкции или исследования соответствующих фаз формирования действий, различных по их конкретному (предметному) содержанию. При этом следует помнить известное положение о несводимости высшего к низшему. Ж. Пиаже заметил, что такое сведение возможно лишь ценой искажения высшего или обогащения низшего за счет высшего (Пиаже, 1969, с. 107). Видимо, последнего не удалось нам избежать при характеристике живого движения. В известной мере это было сделано специально, чтобы подчеркнуть генеративные возможности сложного живого движения.

Живое движение обладает свойствами не только реактивности, но и чувствительности, т. е. оно содержит в себе зачатки отражения внешнего мира и происходящих в нем изменений. По мере эволюции психики как в фило-, так и в онтогенезе происходит дивергенция ее исполнительных (оперативных), когнитивных (отражательных) и эмоционально-оценочных аспектов. Дивергенция эта настолько значительна, что различия между ними нередко абсолютизируются, и тогда обсуждаются, например, проблемы раздельного изучения познавательных и регуляторных функций образа; исполнительных, познавательных, экспрессивных и коммуникативных функций движения (жеста). Каждая из этих функций рассматривается независимо от других, и возникает далеко не простая задача установления взаимоотношений между образом и действием, движением. Более того, возникает и активно обсуждается проблема примата, первичности. Что чему предшествует: образ действию или действие образу? Развиваемая в книге идея единой природы исполнительных, когнитивных и эмоционально-оценочных единиц анализа психической реальности позволяет показать сомнительность и ненадежность пути поиска самостоятельных генетически исходных форм действия, образа, установки и т. п. Исходная гетерогенность живого движения сохраняется и на более поздних этапах как его собственного развития, так и развития его превращенных форм, но теперь она уже выступает как сложнейшая проблема, замаскированная эволюционной дивергенцией и полифункциональностью психической реальности.

Сейчас едва ли возможно реконструировать ситуацию, в ко-

торой возникло живое движение. В истории психологии создавались и обсуждались гипотезы, относящиеся по преимуществу к механизму возникновения отражательной функции психики. К их числу относится гипотеза А. В. Запорожца, А. Н. Леонтьева, согласно которой превращение раздражимости в чувствительность обусловлено переходом организмов от существования в гомогенной среде, «среде стихии», к жизни в среде, вещно оформленной, состоящей из отдельных предметов. Если организмы на допсихическом уровне развития жизни погружены в свою гомогенную среду и для них достаточно обладать раздражимостью по отношению к ее свойствам, имеющим непосредственное биологическое значение, то организмам, отделенным от предмета своей потребности, для овладения этим предметом необходимо ориентироваться на такие его свойства, которые сами по себе витально безразличны. Но эти свойства, будучи тесно связанными с другими жизненно значимыми свойствами, могут выступать сигналами наличия (или отсутствия) последних. Благодаря этому поведение животного приобретает предметный характер, с чем связано возникновение зачаточных, специфических для психики форм отражения предмета. Конечно, имеется серьезная проблема локализации перехода от раздражимости к чувствительности на эволюционной шкале, но нас сейчас больше интересуют принципиальные контуры гипотезы и пути ее косвенного доказательства на материале экспериментальной психологии.

А. В. Запорожец и А. Н. Леонтьев, решая проблему возникновения психики, шли от мира (условий жизни), суживая его при формулировании гипотезы до предмета потребности. В этом лежат корни высказанного впоследствии А. Н. Леонтьевым положения о том, что мотив — это предмет потребности. Не менее важно и то, что авторы подчеркивали значение активности в процессе возникновения чувствительности. Экспериментальной моделью процесса возникновения психики в исследовании А. Н. Леонтьева (1959) служило превращение неоощуяемых раздражителей в ощущения (исследовался процесс возникновения у человека ощущения цвета кожей руки). Отметим лишь два результата этого исследования. Во-первых, возникновение чувствительности и появление ориентировки на цвет возможны лишь в условиях *активного действия в поисковой ситуации*. Во-вторых, А. Н. Леонтьев сближает ощущение с восприятием, определяя первое как чувственный образ объективного свойства. Это означает, что ощущение трактуется как предметное отражение, имеющее собственное значение в деятельности организма.

Возникновение ощущения объективных свойств окружающего мира — это лишь одна сторона дела. Не менее важным является возникновение ощущений собственных движений, осуществляемых в этом мире.

А. В. Запорожец получил убедительные данные в пользу того, что, «прежде чем превратиться в произвольно управляемое,



движение должно стать ощущаемым (безразлично — по своим прямым или косвенным признакам)» (Запорожец, 1960, с. 88). В качестве решающего доказательства он приводит исследование М. И. Лисиной, которая в его лаборатории изучала условия превращения произвольных вазомоторных реакций в произвольные. Экспериментальный прием, использованный М. И. Лисиной, состоял в том, что она обеспечила испытуемым дополнительную сигнализацию об их сосудистых реакциях, в том числе и визуальное наблюдение испытуемыми за своей плетизмограммой. Это исследование показало, что в процессе преобразования произвольной реакции в произвольную главным моментом действительно является превращение реакции из неосязаемой в осязаемую. А. В. Запорожец распространил результаты М. И. Лисиной на возникновение любых произвольных движений. Это решающее условие появления произвольности обычно маскируется тем, что движения скелетной мускулатуры (по крайней мере у взрослого человека) всегда являются в какой-то мере осязаемыми. «Именно поэтому, — пишет А. В. Запорожец, — понадобился острый эксперимент с вегетативными функциями, чтобы это условие выступило обнаженно и в своем истинном значении» (там же, с. 87).

Из исследований А. В. Запорожца и А. Н. Леонтьева мы видим, что генетические отношения между движением и ощущением таковы, что движение является условием возникновения и развития чувствительности, ощущения; в свою очередь, ощущение является условием дальнейшего развития движения, трансформации его из произвольного в произвольное и т. д. Причем оба эти формирующие друг друга процесса (ощущение и движение) в результате взаимодействия с предметом переходят один в другой и порождают мотивационные и эмоционально-оценочные компоненты психики (ср. с замечанием А. Н. Леонтьева о том, что встреча потребности с предметом — акт чрезвычайный)<sup>9</sup>.

Ощущение является в такой же степени причиной движения, как и его продуктом, в такой же степени импульсом к движению, как и его тормозом. Приспособительный эффект двигательного акта неотделим от когнитивного. Все это свидетельствует о том, что биодинамическая ткань живого движения должна содержать в себе (или порождать) элементы «чувственной ткани» (термин А. Н. Леонтьева), представляющей собой строительный материал для образа (и сознания). Чувственная ткань — это сохраняющий-

---

<sup>9</sup> Проблему порождения эмоционально-оценочных компонентов психики мы оставляем вне рассмотрения. Сошлемся лишь на положение С. Л. Рубинштейна о генетической связи, которая существует между эмоциями и действиями: «Эмоции рождаются в действии из соотношения действия с побуждениями, потребностями, интересами его вызывающими и развиваются по ходу действия в зависимости от существа стоящей перед индивидом задачи и его отношения к ней. Поэтому в каждом действии заключены хотя бы зачатки эмоциональности» (1946, с. 176).

ся в пространстве потенциального субъективного моторного поля симультанный слепок биодинамической ткани большего или меньшего числа реализованных движений. Чувственная ткань — это длящийся двигательный опыт, сохраняющийся после завершения движения и участвующий в построении нового движения. Чувственная ткань — это память о прошлом (и одновременно о будущем) движении.

Все это приводит нас к такому представлению о природе движения, реализующего чувственно-предметное действие субъекта, которое не имеет ничего общего с доминирующим бихевиористским взглядом, рассматривающим двигательный состав сложного целесообразного действия как сумму элементарных движений, доступных даже младенцу. Это представление исходит из того факта, что живой организм не существует вне взаимодействия с окружающей средой. Движение организма, следовательно, должно рассматриваться не как повисшее в пустоте изменение взаиморасположения частей тела, а как активное взаимодействие с предметом. Причем мало увидеть и признать, что текущие характеристики движения изменяются под воздействием предмета и что движение, со своей стороны, производит некоторые предметные изменения, главное — понять, что движение и предмет смыкаются в конечном счете в одно психофизиологическое образование. Иначе: движение взаимодействует с предметом не как самостоятельная сущность, существующая и вне этого взаимодействия, т. е. не так, как вещь взаимодействует с другой вещью, возвращаясь в результате в исходное состояние или оказываясь деформированной. Живое движение не только физически подчиняется силе предмета, но и психофизически подлаживается, подстраивается под предмет и при этом как бы лепит из материала своей биодинамической и чувственной ткани образ предмета. Из взаимодействия с предметом движение выходит не деформированным, а перестроенным и даже развившимся, обогащенным и просветленным произошедшим отражением. Именно таким образом в результате внутренних перестроек чувственной ткани движения, а не в результате подкрепления некоторых врожденных атомарных движений происходит накопление и развитие индивидуального двигательного опыта.

Все сказанное о чувственно-предметном действии справедливо и по отношению к предметно-орудийному действию, которое, кроме того, имеет целый ряд дополнительных особенностей.

Л. С. Выготский ввел понятие психологического средства деятельности, «психологического орудия». Включение психологических орудий в процесс поведения формирует целый ряд новых функций, связанных с использованием данного орудия и с управлением им: «психические процессы, взятые в целом, образующие некое сложное единство, структурное и функциональное, по направленности на разрешение задачи, поставленной объектом, и по согласованности и способу протекания, диктуемому орудием,

образуют новое целое — инструментальный акт» (Выготский, 1960, с. 227). Орудийное действие или инструментальный акт также является предметным, но в нем движение подчиняется как бы двойной детерминации: со стороны объекта и со стороны орудия.

Вместе с тем возникает вопрос: представляет ли орудийное действие такую же реальность для психологической науки, как и чувственно-предметное? Этот вопрос возникает потому, что орудийное действие существует в двух своих формах: внешней и внутренней. По отношению к последней этот вопрос разрешается сам собой, поскольку Л. С. Выготский значение и знак трактовал именно как психологические орудия, а значение признавал, если не единицей анализа психики, то единицей анализа высших психических функций, и прежде всего мышления.

Смысл идеи интериоризации, как известно, состоит в том, что внешнее орудийное действие может трансформироваться во внутреннее, психическое. Система условий и обстоятельств, в которых происходит такой переход, достаточно подробно изучена Л. С. Выготским, Ж. Пиаже и их многочисленными последователями. Пожалуй, осталась не отмеченной лишь одна тонкость. Ведь далеко не все орудия имеют значение. М. М. Бахтин когда-то справедливо писал, что орудие имеет назначение, а не значение. То есть не всякое орудие может выступать в функции психологического орудия, психологического средства деятельности. Другими словами, возникает вопрос, как из внешнего орудийного действия, выполняемого посредством орудия, лишенного значения, формируется внутреннее психологическое средство (орудие), обладающее значением. Ответ на этот вопрос был частично подготовлен еще при жизни Л. С. Выготского. М. М. Бахтин и О. Э. Мандельштам ввели в культуру (видимо, независимо друг от друга) понятие предметного значения<sup>10</sup>. Значительно позже немецкий психолог К. Хольцкамп (1973), развивающий психологическую теорию деятельности А. Н. Леонтьева, еще раз ввел понятие предметного значения, имея в виду опыт *индивидуальной* практической деятельности субъекта, который в принципе богаче, чем система усвоенных им словесных категорий (идеализированных значений).

Своеобразие предметных значений состоит в их ситуативности. Они могут относиться не только и даже не столько к свойствам предметов, сколько к целям и задачам субъекта деятельности. Например, в игровой деятельности дети дошкольного возраста весьма вольно приписывают предметам различные значения, часто далекие от истинных. Это как раз и свидетельствует о том, что предмет сам по себе не является самодостаточным для инициации действия, хотя он необходим для вызова диффузной

---

<sup>10</sup> Этим понятием пользовался и С. Л. Рубинштейн, подразумевая под ним отнесенность чувственных данных к определенному предмету (1946, с. 243).

активности субъекта. «Ситуативные значения предметов окончательно определяются через отнесение действия к ситуации, и в этом смысле существуют они лишь в порядке исполнения действия...» (Генисаретский, 1975, с. 475). В совместной деятельности происходит выявление, уточнение или полная трансформация предметных значений. Можно предположить, что предметное значение представляет собой мостик, связывающий внешнее и внутреннее орудийные действия, своего рода фокус, в котором концентрируются процессы интер- и экстерииоризации. В процессе совместной деятельности предметное ситуативное значение может экстерииоризироваться, а затем интерииоризироваться, в том числе и трансформироваться в категориальное значение, хотя не все предметные значения имеют такую судьбу. Эта деталь нам представляется весьма важной, так как ее учет снимает целый ряд недоумений по поводу того, как возможна интерииоризация орудий (какими бы они ни были). Интерииоризация — это деятельностно-семиотическая переработка не орудий, а их значений.

Сделанное уточнение влечет за собой постановку не менее важной проблемы. Какова природа предметного значения, связано ли оно с действием и если да, то каким образом? Логично предположить, что само предметное движение, выступающее в составе чувственно-предметного и предметно-орудийного действия, должно обладать собственными знаковыми функциями. Л. С. Выготскому принадлежит интересное наблюдение за первыми хватательными движениями младенца, которые становятся указательными, т. е. приобретают знаково-семиотические функции, еще до того (или по крайней мере одновременно), как они станут схватывающими, исполнительными в собственном смысле слова. Замечательная особенность таких «натуральных» движений состоит в том, что они в равной степени направлены на предмет и на находящегося рядом с ребенком взрослого. И суть этого не только в социализации элементов поведения ребенка. Приобретение движением знаковой функции является условием его сохранения и воспроизводства, условием построения образцов и эталонов деятельности. Оно же создает предпосылки и для последующего усвоения (и создания) внешних, искусственных знаковых средств.

Таким образом, предметное значение по самому своему происхождению должно быть связано со знаковыми функциями движения. В чувственно-предметном и в орудийном действии представлены как предметное (а позже и категориальное) значение, так и знаковые черты самого движения. И, соответственно, в процессах интер- и экстерииоризации происходит непрерывный «обмен» значениями и их развитие. Если эти предположения справедливы, то они объясняют, почему Л. С. Выготский выдвинул значение в качестве единицы анализа высших психических функций. В то же время становятся понятными напряженнейшие и в конечном счете не удовлетворявшие его самого поиски путей

«психологизации» орудийного действия — психологизации, которой он пытался достичь с помощью «псевдопонятия» и «значения». Напомним, что и сам Л. С. Выготский в заключительной главе книги «Мышление и речь» признал недостаточность категории значения как единицы анализа мышления (не говоря уже о сознании). Анализируя внутренний план речевого мышления, он писал: «Мысль — еще не последняя инстанция в этом процессе... За мыслью стоит аффективная и волевая тенденция. Только она может дать ответ на последнее «почему» в анализе мышления» (1934, с. 314). Продолжая сказанное, отметим, что в значении фиксирована лишь когнитивная тенденция. И это не случайно, поскольку значение рассматривалось Л. С. Выготским лишь как средство идеальной фиксации общественно сложившихся способов и приемов поведения, а развитие психики — как овладение внешними средствами, знаками-средствами. Отсюда и термин «вращивание». На самом же деле интериоризация — это в такой же степени «вращивание», как и «выращивание». Понятие действия (ср.: волевая тенденция) так важно для психологии потому, что в нем фиксируются реальные практические отношения субъекта к действительности, взятые в их полном содержании, следовательно, и как отношения в действительности. Разумеется, было бы интересно проследить, так сказать, обратный генезис категориального значения как к исходным единицам психики, так и к единицам, составляющим его ближайшую предпосылку. Но и без такого исследования ясно, что живое движение (чувственно-предметное действие, орудийное действие), осуществляемое в своей внешней или внутренней формах, задает совершенно иную онтологию психической реальности по сравнению с классическими и неклассическими вариантами рефлексологических и стимульно-реактивных схем поведения. Не случайно, что и Л. С. Выготский, введя первоначально стимул-средство в качестве третьего звена в схему стимул-реакция, довольно быстро отказался от этой терминологии и стал оперировать понятиями психологических средств и орудий деятельности.

Поэтому-то так важно понять функциональную структуру действия во всей его полноте и целостности по отношению к составляющим его элементам и в его зависимости от окружающей действительности. Мы специально подчеркиваем необходимость анализа структуры целостного действия, так как на первых порах развития психологической теории деятельности психика связывалась преимущественно с ориентировочно-исследовательской (в широком смысле) частью действия. Его исполнительная часть значительно реже включалась в предмет психологического исследования (см.: например, П. Я. Гальперин, 1976). В следующих главах будет показано: как невозможно понять исполнительную часть действия без анализа ориентировочно-исследовательской, так невозможно понять ориентировочно-исследовательскую — без анализа исполнительной части действия.

Выше мы не проводили различия между живым движением и предметным действием. В традиции использования понятия «предметное действие» под ним понимается компонент деятельности, направленной на достижение определенной цели. Живое движение в различных формах реализует действие. Они и соотносятся одно с другим как форма и материал, они всегда слиты и их разделение возможно только в абстракции. При взгляде на это единое образование, так сказать «сверху», со стороны сознания, деятельности, мы будем видеть предметное действие, при взгляде «снизу», со стороны психофизиологических механизмов мы будем видеть живое движение.

Понятие предметного действия возникло в психологической теории деятельности, понятие живого движения возникло в физиологической теории активности. Хотя эти теории принадлежат к разным наукам, но, на наш взгляд, они составляют единую, как теперь принято говорить, парадигму современной науки о жизнедеятельности (В. П. Зинченко, В. В. Лебединский, 1981).

В дальнейшем мы будем оперировать преимущественно понятием предметного действия. Наша задача состоит в том, чтобы выделить входящие в его состав структурные компоненты, изучить существующие между ними взаимосвязи и сохранить его при этом как живое и целое. Необходимым условием такого сохранения является не только признание включенности действия в предметную ситуацию, но и развитие представленной о функциональной структуре действия, в которую предметная ситуация входит в качестве ее обязательного компонента.

## **Обоснование использования микроструктурного анализа для исследования предметного действия**

### **II.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Трактовка исполнительской деятельности и методы ее исследования за долгий путь развития претерпели ряд трансформаций: исследователи переходили от изучения отдельных движений и действий к изучению умений и навыков. На первых порах наибольшее внимание уделялось анализу скорости и точности выполнения движений, динамике процесса формирования навыков. Затем в качестве предмета изучения стали выступать пространственно-временные характеристики двигательных актов. С возникновением психологии труда, инженерной психологии, эргономики все больший удельный вес стали занимать исследования инструментальных действий, выполняемых посредством различных орудий труда и органов управления.

Развитие методов исследования движений определялось целями, которые стояли перед исследователями, и совокупностью измеримых параметров, характеризующих процесс реализации движения. Число таких параметров, а соответственно и число способов их регистрации по мере развития физиологии, биомеханики и психологии непрерывно увеличивалось. К настоящему времени они стали труднообозримыми.

Выделение и регистрация параметров, характеризующих реализацию двигательного акта, определяется обычно концептуальной схемой, описывающей работу двигательной системы, в рамках которой работает исследователь. Так, например, количество повторений, необходимых для выработки и переделки навыка (стереотипа), было наиболее информативным для исследователей, работавших в рамках рефлексорной концептуальной схемы. Выделение кинематических (характеристики пространственного перемещения) и динамических (силовых) параметров и способов их регистрации связано с созданием биомеханической концептуальной схемы. В свою очередь, электромиографические методы исследования обязаны своим происхождением разработке концептуальных схем нервно-мышечного препарата, а затем и нервно-мышечного аппарата. Настоящая книга посвящена развитию психологической концептуальной схемы предметного действия. Для решения этой задачи наиболее информативными являются пространственно-временные параметры движения.

Характеристику методов исследования пространственно-временных параметров движения следует начать с циклограммы. Разработка этого метода связана с именами О. Фишера и Н. А. Бернштейна, заложивших основы микроанализа двигательных актов во времени и пространстве. Метод циклограммы представляет собой фотосъемку движения на неподвижную пластинку. Для этого на подвижных частях тела испытуемого укрепляются светящиеся метки или электрические лампочки. Перед фотоаппаратом помещается обтюратор с определенной частотой, перекрывающий объектив. На фотопластинке фиксируются последовательные положения лампочек, которые перемещаются в процессе выполнения движения вместе с кинематическими звеньями исследуемого тела. Для регистрации сложных циклических действий этот способ неприменим. При кимоциклографии фотопленка, на которой фиксируется информация о перемещении лампочек, равномерно и медленно перемещается. В этом случае изображение циклических действий растягивается на регистрирующей пленке. Методы циклографии и кимоциклографии предназначены для плоскостной регистрации перемещений.

Для исследования пространственных перемещений применяются различные модификации вышеупомянутых методов: стереоскопическая съемка, съемка объективами с конвергирующими оптическими осями и др. Используется также «зеркальная методика», позволяющая получать снимки объекта с двух различных точек зрения при помощи одного фотоаппарата и одного обтюратора. В объектив фотоаппарата попадают два изображения одного и того же исследуемого объекта: одно — непосредственно от объекта, а второе — отраженное под определенным углом через зеркало. Этот метод обеспечивает высокую точность пространственных измерений. Анализ циклограмм является достаточно трудоемким процессом. Для облегчения перемещения различных точек тела в пространстве пользуются методами фотопроекторов и номограмм.

С помощью метода циклографии можно проводить достаточно тонкий анализ двигательных актов. Например, разработана методика циклографирования движений руки при гаптическом (вслепую) прохождении лабиринта, позволяющая отличать ориентировочно-исследовательские движения руки от исполнительных (В. П. Зинченко, 1956). С помощью циклографической регистрации в составе осознательных движений руки удалось выделить особые движения, выполняющие функции построения образа и опознавания. При этом движения руки, осязающей предмет, регистрировались в одной плоскости (В. П. Зинченко, Рузская, 1966).

Для исследования сравнительно малоамплитудных и угловых перемещений применяется метод измерения напряженности магнитных и электромагнитных полей. Тензометрический метод, как и гониографический, используется для макро- и микроугловых измерений. Широкое применение получила тензометрическая ме-



тодика для измерения макроизменений суставного угла при исследовании тремора.

Телевизионный, голографический и радиолокационный методы в настоящее время еще не нашли должного развития в области исследования движений. Телевидение используется в основном как индикационное устройство. Это связано с тем, что получение с телесистем пространственных параметров в виде электрических сигналов, удобных для анализа перемещений объекта, представляет определенные трудности. Методы голографии и радиолокации используются пока довольно редко, хотя и являются весьма перспективными.

Пожалуй, самым удобным и распространенным методом для измерения угловых перемещений является гониография, дающая показания об изменениях пространственного положения сочленения кинематической цепи. Она используется так же, как средство искусственной обратной связи. Регистрация электрических сигналов, адекватных пространственному перемещению конечной точки открытой кинематической цепи, оснащенной гониометрическими датчиками, — достаточно сложная техническая задача. Поэтому применение этого метода при исследовании пространственных перемещений изучаемого объекта существенно ограничено.

Для исследования двигательной активности довольно широко, особенно в комплексе с другими методами, используется метод электромиографии (Персон, 1969). Известны два способа отведения электромиограммы: глобальный (поверхностный) и локальный (внутримышечный). Глобальный метод осуществляется путем наложения электродов большой отводящей поверхностью. Локальный осуществляется путем введения игольчатых электродов внутримышечно. С помощью электромиограммы регистрируется начало и конец активности мышцы и степень ее возбуждения. Наиболее информативными являются коэффициенты коактивности, характеризующие координационные отношения мышц-антагонистов, и показатель концентрации мышечной силы, свидетельствующий о степени концентрации биоэлектрической активности во времени.

Наряду с различными способами регистрации в арсенал методических средств исследования исполнительной деятельности входят и специальным образом организованные экспериментальные ситуации. Последние включают в себя различные переменные, которые можно рассматривать в качестве существенных условий, определяющих выполнение двигательных задач. Одной из широко распространенных экспериментальных ситуаций, применяемых в исследованиях исполнительной деятельности, является слежение.

Применительно к исследованию исполнительной деятельности человека ситуация слежения может рассматриваться в двух планах: как лабораторная модель различных видов практической деятельности человека (работа оператора РЛС, управление раз-

личными транспортными средствами и др.) и как экспериментальный прием решения некоторых теоретических проблем, возникающих при анализе двигательного поведения.

В зависимости от прикладной или теоретической направленности изучения слежения по-разному формулировались основные задачи исследования и конструировались специфические экспериментальные процедуры, имитирующие различные виды слежения. В прикладных целях изучались два основных вида слежения, различающиеся содержанием предъявляемой оператору информации: сопровождающее и компенсирующее. Выполняя сопровождающее слежение, оператор видит входной сигнал и сигнал о текущем состоянии управляемого объекта. Задача оператора состоит в том, чтобы удерживать разность между этими сигналами вблизи нулевого значения. При компенсирующем слежении оператор видит только разность между сигналами, т. е. ошибку, и решает ту же задачу (Цибулевский, 1981).

Основной интерес исследователей был направлен на анализ различных переменных, оказывающих влияние на величину рассогласования между положением задающего и управляемого сигналов и на перемещение органа управления с целью минимизации ошибки. Среди таких переменных наиболее распространены: временная задержка (т. е. интервал времени между управляющим воздействием и изменением регулируемой величины на входе), одновременное управление несколькими параметрами (многостепенное управление), в том числе и взаимозависимыми, манипулирование зрительной обратной связью (прерывание, инвертирование), любая дополнительная задача, иррелевантная выполняемому действию, и т. д. Введение указанных переменных, а также использование различных видов слежения в сочетании с разнообразными методами анализа движений обеспечивают решение широкого круга прикладных и научных задач.

Необходимым условием успешного изучения двигательных актов является создание адекватного способа регистрации и анализа пространственно-временной картины исполнительных действий с входящими в их состав когнитивными компонентами. Этому требованию, как нам представляется, удовлетворяет экспериментальный стенд для исследования инструментальных пространственных действий, с помощью которого была выполнена большая часть излагаемых в настоящей книге исследований (Гордеева и др., 1975; Белоховская и др., 1978).

## II.2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА

Экспериментальный стенд предназначен для исследований пространственно-временных параметров инструментальных действий различной сложности. В нем предусмотрены достаточно широкие возможности управления ходом эксперимента и его оперативной

модификации, а также одновременной регистрации целого ряда параметров движений руки и глаза.

Функциональная блок-схема экспериментального стенда (рис. 1) включает: систему управления объектом; цветной теле-

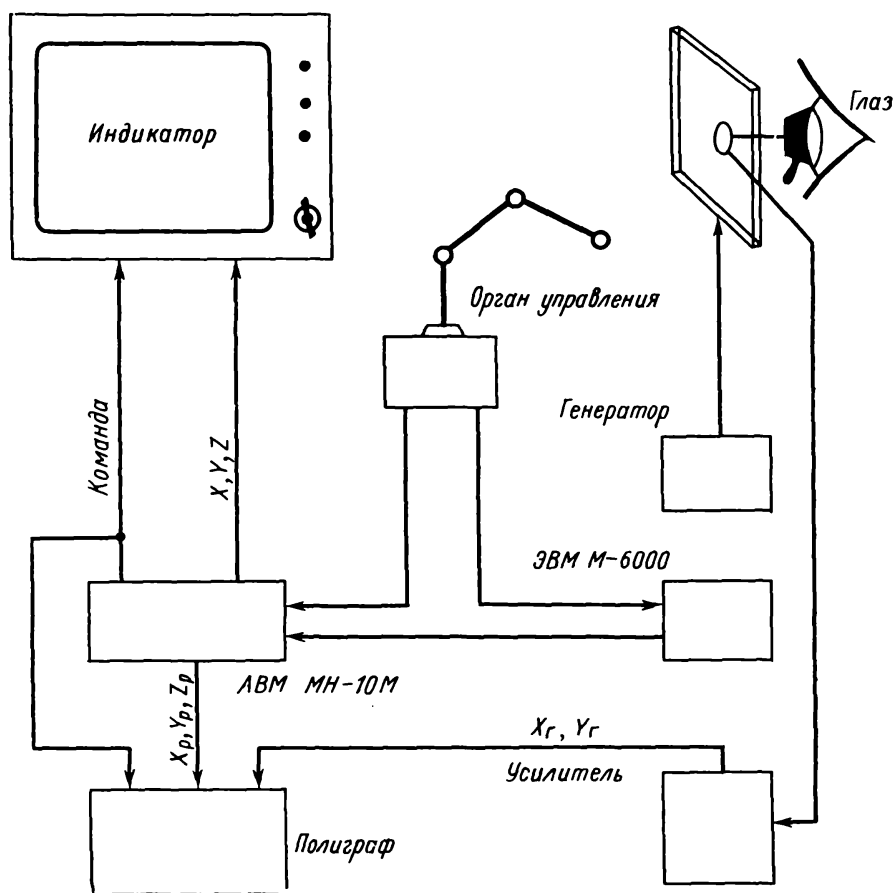


Рис. 1. Блок-схема экспериментального стенда для исследования инструментальных пространственных действий

визионный индикатор; управляющую ЭВМ, которая работает как в режиме счета для многомерной статистической обработки результатов, так и в режиме управления экспериментом.

Система управления объектом включает многостепенной орган управления, тензометрический усилитель и блок операционных усилителей. Орган управления манипуляторного типа (датчик пространственного перемещения руки оператора) представляет собой параметрическую модель руки человека. Конструктивно он

выполнен как шарнирное соединение трех кинематических звеньев посредством одностепенных шарниров и имеет три степени подвижности. Всякое пространственное перемещение оператором точки приложения управляющего усилия трансформируется в соответствующие изменения углов, образованных кинематической схемой органа управления. Входными параметрами являются текущие значения тригонометрических функций углов, формируемые синусно-косинусными датчиками, установленными на осях вращения звена. По ним в аналоговом вычислительном блоке строится пространственная математическая модель органа управления относительно прямоугольной декартовой системы координат. Конструктивное решение органа управления позволяет сохранять естественную направленность движений руки оператора, хотя система управления предусматривает возможность нарушения однородности и соответствия моторного и перцептивного полей посредством введения коэффициентов сжатия пространства или электрической инверсии направления одноименных векторов.

В экспериментальном стенде предусмотрена возможность исследования не только инструментальных, но и естественных пространственных действий. Для этого используется орган управления, основная особенность которого состоит в отсутствии у него собственной кинематики. Орган управления представляет собой легкий деревянный шарик, в который вмонтирован датчик информации о движении руки в трех измерениях в пределах рабочей зоны  $300 \times 300 \times 300$  мм.

Принцип действия установки основан на электромагнитном способе регистрации местоположения шаровидного датчика. Перемещение шарика по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  соответствует перемещениям в тех же направлениях управляемого пятна на экране телевизионного индикатора с соотношением передачи 1:2. В экспериментальной установке сохраняется принцип совместимости моторного и перцептивного полей, т. е. направлению движения руки соответствует перемещение пятна на экране. Пространственные движения руки записываются на ленте многоканального полиграфа по трем составляющим —  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Используемый в экспериментальном стенде цветной телевизионный индикатор можно назвать иллюзорно-изобразительным, так как за счет изменения величины управляемого сигнала создается впечатление объемности сигналов. Индикатор находится на расстоянии 1,5 м от испытуемого.

Индикатор выполнен на базе промышленного цветного телевизионного приемника и блока управления. В соответствии с подаваемыми на выходы блока управления аналоговыми электрическими сигналами на экране индикатора формируются световые сигналы различных цветов. Впечатление объемности достигается управлением изменения площади высвечиваемых сигналов. Перемещение световых сигналов в поле экрана осуществляется по горизонтали ( $X$ ), вертикали ( $Y$ ) и изменению их световой площа-

ди ( $Z$ ). Независимость управления световыми стимулами по параметрам  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  позволяет кодировать ими пространственные координаты перемещения объекта управления и формировать систему отсчета перцептивного поля оператора. Управляющие координатные сигналы строятся в блоке управления объектом по уравнениям связи пространственного движения руки оператора и органа управления. Технические данные индикатора дают возможность варьировать в широких пределах предъявляемый тестовый материал. В зависимости от задач исследования тестовая матрица может состоять из 9 элементов одинакового цвета квадратной формы, разной величины: от  $10 \times 10$  мм до  $30 \times 30$  мм (рис. 2, а); или из маршрутов разного цвета по несколько элементов в каждом (рис. 2, а, б); или от одного до девяти элементов, расположенных по осям  $X$  или  $Y$ , или в плоскости экрана  $XY$ ,  $XZ$ ,  $YZ$ ,  $XYZ$  (рис. 3)

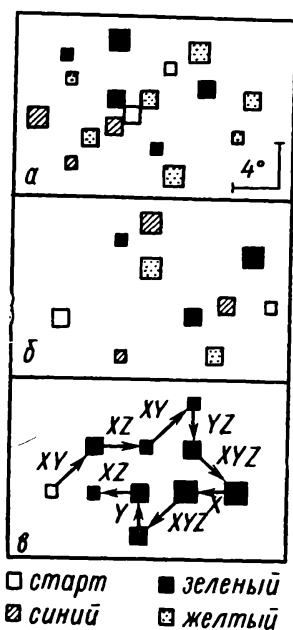


Рис. 2. а, б, в — образцы матриц

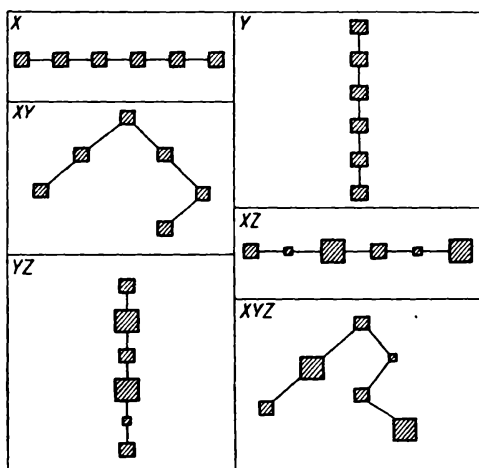


Рис. 3. Образы матриц

Управляющая ЭВМ может использоваться в активном режиме и режиме счета. Программы управления экспериментом и обработки полученных результатов реализуются по интерпретирующей системе на ЭВМ М-6000 системы АСВТ. Ведение эксперимента осуществляется в режиме диалога с машиной по принципу приоритетного обслуживания следующих устройств связи с объектом: модуля ввода дискретной информации сигналов управления экспериментатора и испытуемого; модуля группового управления выводом дискретной информации тестовых сигналов зрительного

канала связи оператора; бесконтактного коммутатора; аналого-цифрового преобразователя, воспринимающего аналоговые сигналы относительно положения руки испытуемого в пространстве.

Использование ЭВМ на линии эксперимента дает возможность предъявлять на экране меняющиеся по сложности, числу элементов и количеству составляющих маршруты движения; вводить «сбои» в привычное протекание действия, требующие изменения траектории движения; вводить инверсию, т. е. нарушать привычное соотношение перцептивного и моторного полей; широко варьировать соотношение передачи между перемещением органа управления и управляемого пятна на экране и т. д. ЭВМ позволяет непрерывно получать текущие характеристики точности и скорости действий испытуемого.

Описанный многоцелевой экспериментальный стенд дает возможность регистрировать пространственно-временные, скоростные и точностные параметры исследуемого процесса. Движения ручки манипулятора записываются на ленте многоканального полиграфа в виде трех составляющих по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . На отдельном канале регистрируются сигнал от ЭВМ о предъявлении новой матрицы и сигналы испытуемого о совмещении управляемого пятна с каждым элементом данной матрицы. Движение управляемого пятна записывается одновременно и на магнитофон, что дает возможность воспроизводить траекторию движения на графопостроителе, а также вводить данные эксперимента в ЭВМ для обсчета.

В состав стенда входит установка, регистрирующая движения глаз с помощью электромагнитного датчика (В. П. Зинченко, Вергилес, 1969; Капран, Романюта, 1978). На присоске, которая крепится к роговице глаза, помещена миниатюрная катушка, подключенная к генератору низкой частоты. В плоскости лица испытуемого устанавливается рамка, несущая на себе четыре приемные катушки индуктивности. При движении излучающей катушки вместе с глазом в приемных катушках изменяется величина наведенного напряжения. Ориентация приемных катушек такова, что регистрируемые движения глаз разлагаются по осям  $X$  и  $Y$ . Движения глаз и руки, разложенные на составляющие ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  — руки и  $X$ ,  $Y$  — глаз), записываются на ленту полиграфа и магнитный регистратор, что дает возможность воспроизводить траекторию движения руки и глаз на графопостроителе и вводить данные в ЭВМ для обсчета.

Необходимо отметить существенные особенности описанного экспериментального стенда. Благодаря тому что с его помощью регистрируются не движения руки непосредственно, а движения ручки, управляемой рукой, экспериментатор освобождается от фото- и кинематографии и связанного с ними трудоемкого анализа фотодокументов. В то же время данный способ регистрации не уничтожает биодинамическую ткань пространственного действия, хотя несколько упрощает и стилизует ее. Это означает, что вместо регистрации в пространстве и времени всего хода сложного

двигательного акта по всему моторному аппарату тела регистрируются лишь пространственные перемещения ручки-датчика. Благодаря такому ограничению числа кинематических цепей и числа степеней свободы пространственное действие испытуемого приводится к виду, удобному для анализа. Задача испытуемых состоит в овладении степенями свободы органа управления и в приспособлении к его кинематике собственных движений. Информацию об этом процессе позволяют получать средства регистрации, с помощью которых фиксируется и может быть описано любое перемещение органа управления в пространстве. Именно поэтому мы и называем сформированное у испытуемых действие инструментальным пространственным двигательным навыком. Таким образом, разработанный экспериментальный стенд может рассматриваться как некоторая упрощенная модель, предназначенная для исследования генезиса и сложившейся функциональной структуры пространственного действия.

Центральная задача излагаемых в книге исследований может быть выражена словами Н. А. Бернштейна: «Каковы те, уловимые на сегодня механизмы, которыми пользуется живой организм для осуществления обоснованного выбора и проектирования движения своих пресыщенных степенями свободы кинематических цепей?..» (1961, с. 112). Мы надеялись, что, вынеся за скобки исследования живые кинематические цепи и переместив центр анализа на искусственные, нам хотя бы частично удастся ответить на этот вопрос.

Еще одна важная особенность стенда связана с источником афферентации требуемых действий и средствами контроля за их адекватностью. Как обучение, так и реализация освоенного действия во всех создаваемых экспериментальных ситуациях производятся не вслепую, а под непрерывным контролем зрения. Это возможно благодаря двоякому использованию входящего в состав стенда телевизионного индикатора: как датчика требуемых от испытуемых маршрутов движения и как средства контроля за точностью осуществляемых действий.

Для исследования функциональной структуры действия недостаточно одного только технического совершенствования методики получения, измерения и обработки данных, необходим еще (и даже в первую очередь) адекватный изучаемому объекту *метод* их анализа.

### 11.3. МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Важнейшей задачей микроструктурного анализа является выделение компонентов целостного действия и установление существующих между ними типов взаимоотношений и координаций. Он пред-

назначен для изучения структуры как познавательных, так и исполнительных процессов (Сперлинг, 1967; В. П. Зинченко, 1972; Стрелков, 1974; Гордеева, Девишвили, Зинченко, 1975).

Метод изучения микроструктуры основан на выделении, анализе, качественной и количественной оценке факторов, влияющих на время выполнения действия в различных экспериментальных условиях. К этим факторам относятся характеристики как внешних, так и внутренних (собственных) средств деятельности, связанные с особенностями и предметным содержанием предъявляемого материала, с прошлым опытом познавательных и исполнительных действий. Микроструктурный метод — средство изучения кратковременных действий как познавательных, так и исполнительных. Наиболее распространенный методический прием микроструктурного анализа состоит в следующем: время от начала предъявления тестового материала делится на ряд интервалов и предполагается, что в каждом интервале выполняются те или иные когнитивные (информационные) или исполнительные преобразования, осуществляемые тем или иным функциональным блоком или рядом блоков. В рамках микроструктурного анализа исследуемые познавательные и исполнительные действия, имеющие определенное предметное содержание, представляются как целостные морфологические объекты, имеющие развитую функциональную (предметно-временную) структуру. Важнейшая задача микроструктурного метода состоит в выделении компонентов (единиц анализа), сохраняющих свойства целого, и в установлении складывающихся между ними взаимоотношений. Набор этих компонентов должен быть достаточно широк, чтобы охватить процесс в целом, каждый же из компонентов должен обладать не только качественной, но и количественной определенностью. Компоненты отличаются друг от друга по ряду параметров: место в структуре действия, информационная емкость, время хранения (преобразования) информации или реализации движения, форма репрезентации в нем предметного содержания (тип оперативной единицы восприятия), тип преобразования информации, возможные связи с другими компонентами и тип связи со средой. Ключевые понятия микроструктурного метода — понятия действия, операции, функционального блока, фазы (стадии) процесса, кванта действия или восприятия.

Как и в любом исследовании, в случае использования микроструктурного анализа строится предварительная модель того или иного познавательного или исполнительного действия, которая подвергается экспериментальному исследованию. Обязательным для такого исследования является варьирование условий предъявления тестового материала, инструкций и ответных действий испытуемого. Затем на основе анализа результатов строится более совершенная модель, состоящая из функциональных блоков, различным образом связанных друг с другом, которая, в свою очередь, подвергается детальной экспериментальной проверке, в



результате которой выявляются более дробные единицы анализа, типы связей между ними и т. д. Естественно, что в таком исследовании отдельные функциональные блоки не могут выступать непосредственным объектом изучения, таким объектом является целостное действие, организуемое таким образом, чтобы исследуемый функциональный блок играл в нем доминирующую роль, а участие других блоков было сведено к минимуму. Для того чтобы проникнуть в структуру отдельных функциональных блоков, необходимы особые экспериментальные процедуры, о которых речь пойдет ниже. Микроструктурный анализ представляет собой разновидность уровневого анализа. Он может использоваться не только для выявления функциональных структур уже сложившихся (ставших) форм познавательных и исполнительных действий, но и для изучения функциональных структур действий, находящихся на различных стадиях формирования и развития. Это дает основания предполагать, что микроструктурный анализ может выступать в качестве средства выявления структуры преобразованных форм внешней предметной деятельности.

Микроструктурный анализ, развитый первоначально для исследования познавательной деятельности, оказался достаточно информативным и при изучении исполнительных действий. Применение этого метода позволило, например, вскрыть структуру произвольного пространственного действия, проследить динамику его становления и развития, выделить его структурные компоненты (когнитивные и исполнительные), проследить динамику их развития и соотношение на разных этапах освоения действия, а также изменения, происходящие внутри выделенных компонентов целостного действия.

Схема выделения компонентов целостного действия представлена на рис. 4, где показан один переход, осуществляемый испытуемым по команде экспериментатора со стартовой позиции на ближайший опорный элемент тестовой матрицы. Из рисунка ясно видно, что движению по каждой координате пред-

Рис. 4. Схема выделения компонентов целостного действия

шествует латентный период. После движения наблюдается период относительного покоя, предшествующий сигналу испытуемого о совмещении управляемого пятна с элементом матрицы. Можно предполагать, что в этот период осуществляются коррекции, характеризующиеся мелкими движениями по той или иной координате и контроль за качеством совмещения. Как видно из рисунка, длительность стадий относительно каждой координаты неодинако-

ва: например, программирование по одной составляющей по сравнению с другой идет с некоторым запаздыванием, а это значит, что возможно последовательное планирование отдельно по каждой координате. Аналогичным образом с некоторым сдвигом происходят реализация и контроль.

Эти данные послужили основанием для выделения «чистого времени» стадий: латентной, реализации, контроля и коррекций, а также двух стадий разброса:  $\Delta t_1$ , включающей в себя одновременно и планирование и реализацию, и  $\Delta t_2$ , объединяющей реализацию и контроль. Чистое время — это время, когда процесс планирования, реализации или контроля является однородным относительно всех регистрируемых пространственных координат. Величины  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$  дают представление о разбросе (неоднородности процесса) не только внутри одной стадии, но и между стадиями осуществляемого действия.

Величина разброса может интерпретироваться как мера качества действия, как показатель степени его пространственности. Физически пространственное действие может рассматриваться как преодоление евклидово-декартовых координат. В нашем случае — это преодоление обобщенных координат, в которых может быть описано перемещение ручки управления. Соответственно, показатель пространственности характеризует степень приближения реально осуществляемого действия к идеальной траектории, т. е. к кратчайшему расстоянию между двумя точками в пространстве. Отклонения от этой траектории (разброс) могут интерпретироваться как средства поиска, активного прощупывания обстановки, ее градиентов, оптимальных направлений действия (Бернштейн, 1966, с. 337).

Методы микроструктурного анализа не ограничиваются приведенным выше примером расчленения целостного действия на отдельные компоненты. Они будут вводиться по ходу изложения экспериментального материала. В частности, в следующем параграфе настоящей главы будут раскрыты другие приемы микроструктурного анализа и приведены доказательства его адекватности предмету исследования, которым является психологическая структура действия. Эти доказательства получены при изучении инструментальных пространственных действий.

### *11.3.1. Формирование пространственного действия в условиях нормального и инвертированного соотношения перцептивного и моторного полей*

Задача исследования состояла в том, чтобы подвергнуть микроструктурному анализу процесс формирования нового для испытуемых инструментального пространственного действия. При этом нас интересовала не столько динамика времени выполнения целого

действия, сколько содержание тех изменений, которые происходят по мере формирования действия в нем самом в процессе обучения. При анализе результатов основное внимание уделялось изменениям, происходящим в когнитивных и исполнительном компонентах действия, а также динамике взаимоотношений между ними. С этой целью варьировались условия формирования действия и использовались различные типы соотношения перцептивного и моторного полей.

В качестве объекта исследования было взято пространственное действие, состоящее в умении управлять видимым сигналом с помощью 3-степенного манипулятора. Исследование проводилось на стенде, описанном выше. В опытах участвовало 5 испытуемых — сотрудники и студенты факультета психологии МГУ. Исследование проводилось в два этапа. Первый включал формирование действия в условиях совместимости перцептивного и моторного полей (норма). Связь между ними соответствовала естественным стереотипам оперирования реальными объектами. На втором этапе вводилась инверсия перцептивного и моторного полей. Инверсия использовалась как средство разрушения сложившегося навыка. При введении инверсии перцептивное и моторное поля, каждое в отдельности, не претерпевали никаких изменений: на экране индикатора испытуемым предъявлялась матрица, аналогичная той, с которой они работали в условиях нормы, манипулятор оставался тем же, и действия руки, приводящие его в движение, сохранялись такими же, что и при работе в условиях нормы (движения по вертикали, горизонтали и в глубину). Нарушалось лишь соответствие между движением манипулятора и перемещением пятна на экране, т. е. при движении руки вправо управляемое пятно перемещалось влево, при движении руки вверх пятно перемещалось вниз по экрану индикатора и наоборот. Изменение площади пятна достигалось перемещением органа управления по составляющей  $Z$ . В условиях нормы при движении манипулятора к себе величина управляемого пятна увеличивалась, при движении от себя — уменьшалась. При введении инверсии движение к себе вызывало уменьшение управляемого пятна, а движение от себя — его увеличение. Иначе говоря, в инверсии нарушалось привычное соотношение перцептивного и моторного полей, что, естественно, вызывало разрушение сложившегося в условиях нормы двигательного навыка.

Второй этап исследования включал несколько разных серий, в которых менялись условия работы от нормы к полной инверсии, далее к инверсии только по координате  $X$ , затем к инверсии по  $X$  и снова по  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Тестовый материал представлял собой матрицу с тремя маршрутами движения, обозначенными разными цветами (см. рис. 2, б). Каждый маршрут состоял из стартового элемента (одного для всех маршрутов движения) и трех тестовых элементов, представляющих собой квадраты разной величины. Маршру-

ты строились таким образом, чтобы перемещение управляемого пятна от одного элемента к другому требовало участия всех составляющих пространственного движения. Испытуемый по сигналу экспериментатора должен был как можно точнее пройти указанный маршрут от одного элемента к другому, совмещая с каждым из них управляемое пятно. С каждым испытуемым было проведено 25 экспериментов по 250 проб в каждом. Результаты подвергались микроструктурному анализу.

Результаты этого исследования подробно опубликованы ранее (Гордеева и др., 1975; 1977), поэтому здесь мы ограничимся лишь кратким их изложением, необходимым для понимания дальнейшего.

Макроанализ, информативными показателями которого являются общее время и особенности траектории движения, говорит о том, что выработка пространственного двигательного навыка практически не отличается от формирования любого другого навыка. Кривая научения близка к экспоненте: за десять экспе-

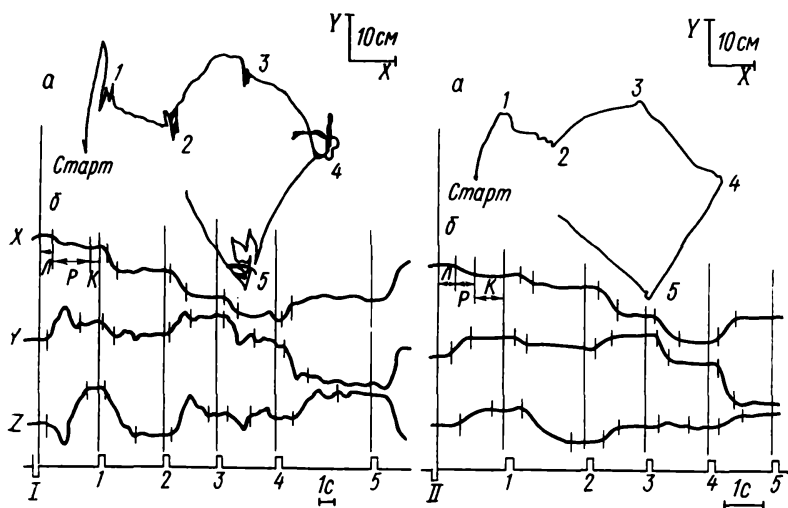


Рис. 5. Образец движения по тестовой траектории испытуемого с несформированным (I) и сформированным (II) навыком: а — запись с графопостроителя (в плоскости  $X, Y$ ); б — временная развертка по составляющим  $X, Y, Z$

риментальных серий по 250 проб-предъявлений в каждой общее время от начальных проб первого эксперимента до последних проб десятого уменьшилось в 8 раз, достигнув в конце обучения 1, 2 с. Анализ траектории движения также показывает типичную картину формирования навыка. В начале обучения испытуемый совершает большое число хаотических движений: на рис. 5 отчетливо видны перемещения, идущие по отдельным составляющим движения.

Таблица 1

Динамика изменения общего времени и времени по стадиям действия в зависимости от условий его осуществления (в с)

Условия совершения действия	№ эксперимента	Среднее Т одного пере-хода	Среднее время по стадиям действия		
			латентная	реализация	контроль и коррекция
Норма	1	5,27	0,56	2,46	2,25
	2	3,16	0,37	1,84	0,95
	3	2,69	0,32	1,68	0,69
	4	2,28	0,32	1,36	0,60
	5	2,14	0,36	0,99	0,79
	6	1,68	0,31	0,79	0,58
	7	1,52	0,31	0,67	0,54
	8	1,32	0,29	0,52	0,51
	9	1,28	0,27	0,52	0,49
	10	1,25	0,27	0,52	0,46
Инверсия XYZ	11	5,40	0,64	2,37	2,39
	12	2,01	0,39	0,64	0,98
	13	1,94	0,38	0,71	0,85
	14	1,63	0,31	0,70	0,62
	15	1,65	0,35	0,68	0,62
	16	1,57	0,31	0,67	0,59
	17	1,56	0,30	0,67	0,59
	18	1,57	0,30	0,68	0,59
	19	1,58	0,31	0,67	0,60
	20	1,59	0,31	0,67	0,61
Норма	21	1,25	0,27	0,56	0,42
Инверсия X	22	2,31	0,33	1,11	0,87
Инверсия XY	23	1,69	0,28	0,77	0,64
Инверсия XYZ	24	1,60	0,31	0,71	0,58
Норма	25	1,21	0,26	0,51	0,44

В конце обучения число таких движений уменьшается, движения становятся плавными, пропадает впечатление хаотичности.

В таблице 1 приведены средние данные об изменении как общего времени выполнения действия, так и времени составляющих его стадий. Из таблицы видно, что на фоне уменьшения общего времени, происходящего от эксперимента к эксперименту, меняет-

ся соотношение его стадий. По мере формирования действия наблюдается неуклонное уменьшение удельного веса стадии реализации и увеличение удельного веса времени, приходящегося на когнитивные стадии. Важно подчеркнуть, что в сумме время когнитивных стадий в конце формирования действия составляет около 60% от общего времени его выполнения. Следовательно, чувственная ткань действия, его, так сказать, внутренний компонент, тесно сплетается с биодинамической тканью. Действие не окостеневает, а каждый раз строится, т. е. в каждой пробе происходит решение двигательной задачи. Иное дело, что задача решается все быстрее и быстрее и на качественно более высоком уровне.

Субъективно процесс формирования навыка в условиях нормы переживается как значительно более легкий, чем формирование (или перестройка) навыка в условиях инверсии.

Введение инверсии резко ухудшает уровень выполнения действия по сравнению с достигнутым в условиях нормы. Тем не менее в условиях инверсии наблюдается более быстрый темп сокращения времени по сравнению с нормой. За десять экспериментов, проведенных в условиях полной инверсии, общее время от первых проб до последних сократилось в 8,8 раза. Из сопоставления времени, затрачиваемого на один переход в норме и инверсии (см. табл. 1), видно, что испытуемые достигают одних и тех же величин в инверсии на два эксперимента раньше, чем в условиях нормы. Однако достигнутое к четвертому эксперименту время стабилизируется и практически не меняется до десятого эксперимента. Абсолютное значение его более чем на 300 мс выше времени, полученного к десятому эксперименту в условиях нормы.

Сопоставление хода формирования инвертированного и совместимого действий показывает, что в условиях инверсии наблюдаются эффекты переноса и интерференции. Макроанализ результатов не позволяет ответить на вопрос о природе этих эффектов. Для того чтобы понять их механизм, необходимо обратиться к микроанализу полученных результатов. Его применение дает возможность расчленить целостное действие на стадии: латентную, реализации и стадию контроля и коррекции, проследить их динамику по мере освоения действия, определить изменение удельного веса каждой в процессе формирования навыка, а также отдельно проанализировать характеристики каждой из трех составляющих пространственного движения в выделенных стадиях действия.

Анализ результатов свидетельствует о том, что в процессе формирования навыка в условиях нормы наблюдается сложная динамика взаимодействий между собой отдельных стадий целостного действия. Во-первых, в процессе осуществления действия наблюдается неравномерное уменьшение времени в каждой стадии; во-вторых, по мере тренировки происходит перераспределение времени между стадиями. Сокращение абсолютного и относительного времени в каждой стадии говорит о том, что в процессе освоения действия меняются способы работы. Неравномерность темпа

сокращения времени в выделенных стадиях свидетельствует о том, что не все компоненты целостного действия совершенствуются одинаково. Перераспределение времени между стадиями целостного действия на разных этапах формирования свидетельствует о том, что каждое новое упражнение — это новый процесс решения задачи, процесс изменения и совершенствования средств и способов ее решения, «упражнение есть своего рода повторение без повторения» (Бернштейн, 1966, с. 241). Лишь на первом этапе формирования пространственного действия наблюдается заметное уменьшение времени всех выделенных стадий действия: быстрее всего уменьшается время латентной стадии и стадии контроля и коррекций, время которых к концу первого эксперимента уменьшилось соответственно в 3, 8 и 12 раз, практически дойдя до значений, полученных в конце формирования пространственного действия. Время стадии реализации после сокращения к концу первого эксперимента почти в 2 раза остается в течение двух экспериментов примерно на одном уровне, затем в течение последующих трех экспериментов сокращается еще в 2 раза, достигая к восьмому эксперименту предельных значений.

Характер сокращения времени в латентной стадии в условиях инверсии приблизительно такой же, как и сокращения этого времени в условиях нормы, однако на первых порах при переходе от нормы к инверсии время этой стадии в 1,5 раза больше в сравнении с нормой. При обратном переходе от полной инверсии к норме стабилизация времени в латентной стадии наступает в течение первого десятка реализаций. Такая же быстрая стабилизация наблюдается и при переходе к частичной инверсии. В первой половине эксперимента с поочередной работой (по 10 проб) то в норме, то в инверсии время латентной стадии в пробах с нормой ниже, чем в пробах с инверсией. Однако начиная со 150-й пробы время латентной стадии в пробах с нормой увеличивается, становясь равным времени этой стадии в пробах с инверсией, что объясняется, по всей вероятности, интерферирующим влиянием последней.

Сокращение времени стадии реализации в условиях инверсии происходит значительно быстрее, чем в условиях нормы уже к 500-й пробе оно близко к предельным величинам, в то время как в условиях нормы время стадии реализации приближается к своему пределу только после 2000 реализаций, однако предельные величины, достигнутые в норме, на 150 мс меньше тех же величин в инверсии. Такое интенсивное сокращение времени, приходящееся на блок реализации, в условиях инверсии, видимо, объясняется сохранностью скоростных черт действия, отработанных в условиях нормы. При переходе от работы в полной инверсии к работе в норме стабилизация времени в стадии реализации наступает в течение первых 10 реализаций. При переходе к частичной инверсии стабилизация времени в этой стадии действия наступает к 50-й пробе. В эксперименте с поочередной работой в условиях нор-

мы и инверсии время реализации в пробах нормы несколько ниже, чем в пробах с инверсией на протяжении всего эксперимента.

Сокращение времени стадии контроля и коррекций внутри каждого эксперимента идет значительно медленнее, чем в условиях нормы. Стабилизация времени наступает к четвертому эксперименту. По абсолютным значениям время стадии контроля и коррекций в инверсии в конце экспериментов примерно на 150 мс больше времени этой стадии в условиях нормы. При переходе от полной инверсии к норме стабилизация времени в этой стадии действия также наступает значительно позже, чем в латентной стадии и стадии реализации. При переходе к частичной инверсии стабилизация времени в стадии контроля наблюдается с 100-й пробы. В эксперименте с поочередной работой то в условиях нормы, то в условиях инверсии время стадии контроля и коррекций ведет себя аналогично тому, что было описано в латентной стадии действия. А именно: в начале эксперимента в пробах с нормой время стадии контроля и коррекций ниже времени, чем в пробах с инверсией, начиная же с середины эксперимента, время стадии контроля и коррекций в пробах с нормой и инверсией уравнивается, что объясняется интерферирующим влиянием последней.

Перенос и интерференция навыков не являются независимыми явлениями, как об этом можно было бы судить на основании данных макроанализа процесса формирования инвертированного пространственного действия. Смысл микроанализа пространственного действия состоит в разделении его когнитивных и собственно исполнительных компонентов. В ходе перестройки навыка каждый компонент ведет себя по-своему. Более быстрое по сравнению с нормой формирование инвертированного навыка возможно за счет переноса исполнительных, скоростных черт пространственного действия. Стадия реализации в наших экспериментах практически полностью сохранила свои характеристики. Инверсия моторного поля сказалась на структурных и скоростных характеристиках моторного компонента действия на первых 50—100 реализациях.

Экспериментальная ситуация инверсии требовала от испытуемых построения нового образа пространства, а в случаях, например частичной инверсии, — трудно представимого образа пространства (возможно, построения двух образов пространства).

Ответственной за построение нового сенсомоторного образа пространства выступила стадия реализации, которая на этом этапе овладения новым действием взяла на себя когнитивные функции. При помощи активных движений руки испытуемые стали прощупывать новое пространство и находить его перцептивные признаки. Стадия реализации на этом этапе превратилась из одного целенаправленного движения в целый ряд разнонаправленных движений, перемежающихся длительными остановками (когнитивными вкраплениями)<sup>1</sup>. Когда образ нового простран-

<sup>1</sup> Подробно о построении сенсомоторного образа пространства см. гл. III настоящей книги.



ва построен, стадия реализации освобождается от когнитивных функций и начинает осуществляться так же, как в норме. Когнитивные же компоненты продолжают совершенствоваться уже без видимого участия моторных, и они довольно долго еще испытывают на себе интерферирующее влияние прежнего совместимого с движением образа пространства. Косвенным доказательством того, что интерференция в большей степени связана с когнитивными компонентами действия, служит то, что чем сложнее требуемый образ пространства (например, при частичной инверсии), тем медленнее происходит перестройка навыка. Трудности усугубляются также и тем, что совместимое (в нашей терминологии) перцептивное и моторное пространство одновременно является естественным и привычным для испытуемых. Именно поэтому оно так сильно влияет на овладение новым инвертированным пространством.

Таким образом, явления переноса и интерференции имеют различную природу. Переносу подвергаются фазические компоненты, а интерференции — когнитивные компоненты действия. В то же время перенос и интерференция — не независимые явления. Они взаимодействуют в каждом пространственном действии, поэтому-то так трудно выявление этих эффектов в чистом виде. Микроструктурный анализ помогает вскрыть изменения, происходящие в каждом функциональном блоке в зависимости от тренировки и от вариации условий протекания действия. Важным показателем микроструктурного анализа является разброс между составляющими ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) пространственного действия, который наблюдается в границах каждого компонента.

На первых этапах формирования действия границы между стадиями очень нечеткие. Разброс между составляющими ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) настолько велик (в отдельных случаях доходит до секунды), что создается впечатление как бы вхождения одной стадии в другую (см. рис. 4). Это означает, что действие выступило в нашем исследовании как развивающаяся структура, в которой уже на первых этапах ее становления существуют все компоненты, но только в недифференцированной форме. Полученные результаты позволяют сделать два предположения: первое — на начальных этапах обучения возможно параллельное осуществление различных процессов (формирование программы действия и его реализация, реализация действия и его контроль). Второе состоит в том, что на первых этапах обучения формирование программ, их реализация и контроль идут отдельно по составляющим целостного действия, т. е. происходит последовательное планирование движения по каждой координате и также последовательно осуществляются их реализация и контроль.

Освоенное действие характеризуется значительным уменьшением разброса между составляющими, в среднем равным 50—150 мс. Наряду с этим увеличивается удельный вес «чистого времени» каждой стадии, будь то планирование, реализация или

контроль. Поэтому на конечных этапах обучения сформированное действие приобретает черты более четкой пространственно-временной структуры, за каждым компонентом которой закреплены определенные функции.

При сопоставлении показателей разброса начальных проб процесса формирования действия в норме и инверсии отмечено значительное, более чем в 2,5 раза, увеличение разброса в эксперименте с инверсией. При сопоставлении показателя разброса конечных проб в норме и инверсии отмечено, что показатель  $\Delta t_1$  сравним и в тех и в других условиях, что же касается показателя  $\Delta t_2$ , то его значения в инверсии значительно выше, чем в норме. Переход к норме, а затем к частичной инверсии вызывает резкое увеличение разброса. Показатели разброса в эксперименте с поочередной работой то в условиях нормы, то в условиях инверсии очень нестабильны в первой половине эксперимента. К 150-й пробе происходит стабилизация этих показателей, хотя значения их достаточно далеки от предельных величин. Такая картина свидетельствует о том, что именно качество действия, отражающееся в показателях разброса, наиболее чувствительно к различным изменениям, вносимым в условия протекания действия.

Своеобразие изучавшегося нами вида деятельности состоит в тесном переплетении перцептивно-моторных функций, поэтому объектом исследования выступила не только морфология биодинамической ткани. Чувственная ткань в анализируемом виде деятельности обладает такой же реальностью, как и биодинамическая. Разумеется, в понятие последней Н. А. Бернштейн включал элементы того, что мы называем чувственной тканью, но ее морфология и структура остались за пределами его экспериментальных исследований. В описываемом исследовании чувственная ткань выступила в самостоятельном значении и, что, пожалуй, даже более важно, была подвергнута не менее строгому объективному изучению, чем собственно моторная исполнительная часть действия. Перцептивные компоненты действия тесно связаны с исполнительными и решительным образом определяют формирование и протекание последних. Именно это привело к тому, что когнитивные компоненты действия оказались столь же осязаемыми, как и его биодинамическая ткань.

Наиболее важным результатом является установление последовательности и закономерностей формирования отдельных компонентов, входящих в структуру действия. Формирование инструментального пространственного действия выступает как целостный, но не гомогенный процесс, в котором происходит дифференциация и последующее динамическое и структурное объединение различных компонентов.

Сказанное выше нашло свое отражение в функциональной модели (рис. 6), в которой представлена морфология или структура сформировавшегося двигательного навыка (Гордеева и др., 1975, с. 91). Мы пытались сделать модель равнопрочной с точки

зрения учета и отражения в ней когнитивных и исполнительных компонентов действия. Прежде чем переходить к ее описанию, сделаем одно терминологическое пояснение. Выделенные на блок-схеме компоненты, составляющие пространственно-временную структуру инструментального сенсомоторного действия, не яв-

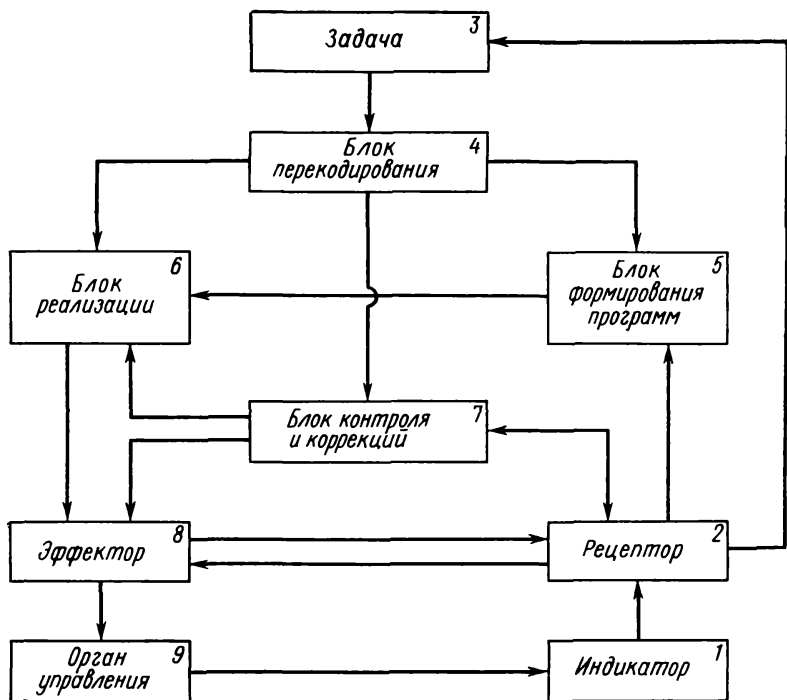


Рис. 6. Блок-схема сформированного пространственного действия

ляются элементарными, далее неразложимыми единицами. Они сами имеют сложное строение и должны быть подвергнуты дальнейшему расчленению и анализу. В представленной на рис. 6 схеме используется термин «блок», под которым обычно принято понимать средство осуществления одной или немногих сравнительно элементарных операций (функций). В нашем случае за некоторыми из блоков скрываются сложнейшие функциональные системы, ответственные за построение образа отображенного пространства, построение образа требуемого пространственного действия и его реализации, осуществление сложных форм контроля за соответствием реализованного действия его программе и конечному результату. Используя термин «блок», мы подразумеваем под ним сформировавшееся средство деятельности, включающее в себя системы определенным образом организованных функций.

Иными словами, под термином «функциональный блок» правильнее понимать блок функций. Обратимся к блок-схеме, описывающей процесс осуществления сформировавшегося двигательного навыка.

В блок-схеме представлены внешние средства деятельности (индикатор и орган управления), анатомо-морфологические органы (рецептор и эффектор), сформировавшиеся внутренние (собственные) средства деятельности (перекодирование, формирование программ, реализация, контроль и коррекция). Организующую и цементирующую роль в осуществлении сформированного действия играет двигательная задача. Информация о двигательной задаче через блок перекодирования приходит к другим блокам на языке, понятном блоку-адресату. Принцип работы схемы является последовательно-параллельным. В своем развитом, сформировавшемся виде система блоков 2—8 функционирует четко и слаженно. Производит большое впечатление функциональная сонастроенность когнитивных и исполнительных компонентов действия.

В предложенной блок-схеме блоки 2, 4, 8 практически постулированы по примеру других исследователей, в частности Н. А. Бернштейна. Что касается блоков 3, 5, 6, 7, то они отчетливо выступили в нашем собственном исследовании, и именно расшифровке становления, эволюции и свойств указанных «блоков функций» будет подчинено дальнейшее изложение. При всем несовершенстве приведенной блок-схемы она послужила для нас исходной при планировании и осуществлении цикла исследований, излагаемых в книге.

### *II.3.2. Сравнительный анализ формирования пространственного действия в стабильных и динамических условиях*

В ходе исследования формирования двигательного навыка в условиях нормы и инверсии встал вопрос о влиянии на формирование и осуществление действия стабильности условий. Этот вопрос был подвергнут специальному исследованию в работе Н. Д. Гордеевой, В. И. Лигачева, Е. Б. Сироткиной (1978).

В качестве объекта исследования было взято пространственное действие, совершаемое либо в стабильных условиях (испытуемому в течение всего экспериментального цикла предъявлялся один и тот же маршрут, состоящий из 3 элементов, перемещение к которым требовало участия всех составляющих пространственного действия) либо в динамических. Тестовый материал в динамических условиях состоял из 15 матриц, различающихся количеством элементов в маршруте (от одного до пяти) и количеством составляющих (движение только по X, движение по XY или движение по XYZ), участвующих в осуществлении действия (см. рис. 3). Матрицы в эксперименте предъявлялись с помощью ЭВМ в случайном порядке. Задача испытуемого состояла в точном совмещении управляемого пятна с каждым элементом матрицы.

Таблица 2

Зависимость общего времени движения (в среднем на один элемент, с) от сложности матриц

Кол-во состав- ляющих дви- жения	XYZ					XY					X				
	кол-во элементов в матрице														
№ эксперимента	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	4,75	4,50	4,25	4,20	4,35	4,70	3,65	4,40	4,15	4,35	3,10	2,70	3,25	3,70	4,35
3	3,25	3,15	2,75	3,55	3,25	2,65	2,70	2,80	3,00	2,80	2,15	2,10	2,30	2,40	3,25
5	2,65	2,55	2,65	2,95	2,70	2,15	2,25	2,40	2,45	2,40	2,05	1,80	1,80	1,85	2,65
7	2,55	2,40	2,45	2,55	2,90	2,05	2,30	2,15	2,20	2,60	1,60	1,60	1,60	1,65	2,35
10	2,50	2,50	2,20	2,55	2,70	1,80	1,70	2,00	2,15	2,30	1,55	1,35	1,40	1,55	2,15
15	2,10	2,00	1,70	2,05	2,00	1,50	1,65	1,75	2,05	1,80	1,35	1,30	1,30	1,40	2,00

При макроанализе результатов, полученных в стабильных и динамических условиях, выявлены существенные различия в общем времени выполнения действия. В стабильных условиях кривая общего времени, как и в исследовании, изложенном в предыдущем параграфе, близка к экспоненте. Время перехода на один элемент матрицы в начале первого эксперимента равно 6,5 с. Затем оно относительно быстро уменьшается и к концу первого эксперимента становится равным 1,5 с. Далее весь прогресс в обучении, вплоть до десятого эксперимента, выражается в 0,5—0,3 с. По мере овладения навыком ускоряется процесс стабилизации времени в каждом отдельном экспериментальном сеансе (к пятому эксперименту для стабилизации времени необходимо выполнить всего лишь 20—30 проб).

В динамических условиях при работе с той же матрицей, что и в стабильных, время перехода на один элемент матрицы в начале первого эксперимента равно 5,6 с, а в конце его — 5 с. Соответственно эти же значения времени в пятом эксперименте равны 3,7 и 3,1 с; в десятом — 2,8 и 2,2 с и, наконец, в двенадцатом — 2,6 и 2,1 с. Таким образом, прогресс в обучении внутри одного экспериментального сеанса незначителен, хотя общее время от первого к последнему эксперименту уменьшилось в 2,7 раза.

Анализ результатов, полученных в динамических условиях, позволил выявить ряд закономерностей (табл. 2). В наиболее простых матрицах при совершении движения только по одной составляющей ( $X$ ) время перехода в среднем на один элемент в маршрутах, состоящих из 5, 4 и 3 элементов, примерно одинаково, в маршруте, состоящем из 2 элементов, оно несколько больше и значительно увеличивается в маршруте, состоящем из 1 элемента, т. е. при совершении лишь одного перехода. В более сложных маршрутах с участием 2 составляющих движения ( $XY$ ) картина примерно такая же, но увеличение времени на один элемент от 5- до 1-элементной матрицы идет более плавно (исключение составляет первый эксперимент). И, наконец, в маршрутах с участием 3 составляющих ( $XYZ$ ) характер кривой общего времени принимает  $U$ -образный вид, т. е. в 5- и 1-элементных маршрутах время в среднем на один элемент приблизительно одинаковое и самое большое; самое малое время отмечено при движении по 3-элементному маршруту.

Из приведенных данных видно, что общее время выполнения различно при работе с разными по сложности группами условий. Анализ этих данных позволяет высказать некоторые соображения о возможной загрузке средств отображения информации (СОИ). Во всех выделенных группах наибольшее время требуется на выполнение действия в маршруте, состоящем из одного элемента (напомним, что он предъявлялся в случайном порядке между более сложными матрицами). Это указывает на то, что при малой загрузке СОИ происходит мгновенная перестройка на более мед-

ленный темп работы. Скорость обработки информации может упасть и при перегрузке средств отображения информации. Так, для исследуемых условий время, затрачиваемое на один переход в 5-элементном маршруте при участии 3 составляющих движения, выше времени, необходимого на один переход в 3-элементном маршруте, т. е. 3-элементный маршрут при участии 3 составляющих (XYZ) пространственного движения оказался оптимальным с точки зрения оперативности обработки и обслуживания для данной ситуации. В маршрутах же меньшей сложности, т. е. при движении по XY и по X, чтобы найти тот же оптимум, необходимо было увеличить количество элементов, так как время в 5-, 4- и 3-элементных маршрутах примерно одинаково. Это свидетельствует о том, что в разных ситуациях оптимум неоднозначен, он может изменяться, сдвигаться в ту или другую сторону.

Для того чтобы более детально разобраться в существе исследуемого процесса, целесообразно обратиться к микроструктурному анализу результатов, который показал, что в последовательности формирования отдельных стадий действия, наблюдаемой в различных условиях, отмечено и сходство и различие. Латентная стадия складывается быстрее других как в стабильных, так и в динамических условиях: по абсолютным значениям характеристики латентной стадии в динамических условиях несколько выше полученных в стабильных условиях. Темп сокращения времени в стадии реализации в динамических условиях ниже темпа сокращения в стабильных условиях, но по абсолютным величинам временные характеристики этого компонента действия вполне соизмеримы. Скоростные черты стадии реализации отличаются устойчивостью при прохождении различных траекторий и соизмеримы с данными, полученными в стабильных условиях. Все это свидетельствует о том, что различные условия предъявления информации (в исследованном диапазоне) мало сказались на характеристике стадии реализации.

Совсем иначе обстоит дело со стадией контроля и коррекций: в динамических условиях по сравнению со стабильными наблюдается не только значительно более низкий темп сокращения времени, но существенно большая разница (в 3—4 раза) в абсолютных значениях.

Важной характеристикой выполнения действия является показатель когнитивности, отражающий динамику временных отношений когнитивных и исполнительных компонентов целостного действия. Этот показатель выражается отношением суммы времен, которые занимают обе когнитивные стадии, ко времени, которое занимает исполнительная стадия при переходе на один элемент матрицы. Этот показатель, взятый сам по себе, не дает абсолютной оценки действия, но взятый в динамике, на различных этапах формирования действия, оказывается информативным и полезным с точки зрения характеристики способа действия.

Значения показателя когнитивности независимо от величины

и сложности маршрута в процессе овладения действием уменьшаются, что соответствует уменьшению удельного веса когнитивных компонентов в целостном действии. В стабильных условиях предъявления информации значения показателя когнитивности уменьшились от 2,0 в первом эксперименте до 1,4 в десятом. Таблица 3 иллюстрирует значения этого показателя для динамических условий.

Таблица 3

Значения показателя когнитивности для динамических условий предъявления информации

Величина маршрута	5 элементов			3 элемента			1 элемент		
№ эксперимента сложность маршрута	XYZ	XY	X	XYZ	XY	X	XYZ	XY	X
1	2,8	3,3	3,5	3,7	3,8	3,9	2,6	3,9	2,9
5	2,4	2,5	2,8	2,0	1,9	2,8	2,2	1,9	2,0
10	2,7	2,4	2,7	2,2	2,5	2,7	2,6	2,8	2,3
15	2,2	1,9	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	2,5	2,3

На начальном этапе овладения действием значения показателя когнитивности возрастают при движении по маршрутам наименьшей сложности. Наличие высокого показателя когнитивности в маршрутах наименьшей сложности свидетельствует о том, что при построении сенсомоторного образа пространства наиболее значимым является вес когнитивных компонентов целостного действия, так как в маршрутах с участием одной и двух составляющих собственно исполнительная часть действия наиболее проста и время, затрачиваемое на активное перемещение, меньше времени, необходимого на реализацию движения в наиболее сложных маршрутах.

Полученные результаты подтверждают тезис о том, что овладение новым действием начинается с построения образа ситуации и программы тех действий, которые должны быть осуществлены, иначе говоря, до тех пор, пока не построен сенсомоторный образ пространства, невозможно овладение новым действием (Запорожец, 1960). Сенсомоторный образ рабочего пространства строится на основе активных действий, когнитивный компонент которых является наиболее весомым на начальном этапе формирования нового действия. Когда образ сенсомоторного пространства построен, функция когнитивных составляющих суживается до программирования и контролирования осуществляемого действия, что и иллюстрирует динамика изменений показателя когнитивности.

По мере освоения действия и уменьшения как общего времени его выполнения, так и времени отдельного компонента возрастает доля «чистого времени» каждой стадии (см. рис. 4). Первое, на



что необходимо обратить внимание в динамических условиях, — это огромный удельный вес стадии контроля и коррекции, которая занимает более половины от всего целостного действия (рис. 7). Причем на ее величину не влияет сложность предъяв-

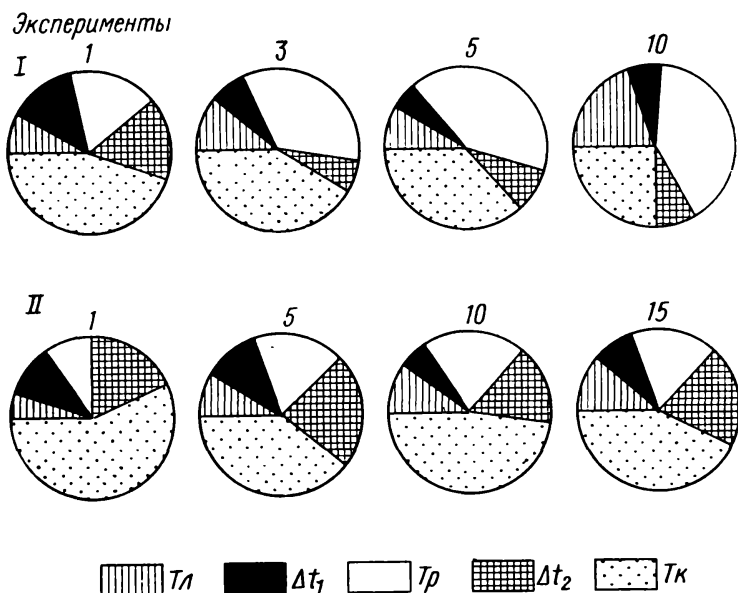


Рис. 7. Изменение удельного веса компонентов целостного действия в процессе обучения в стабильных (I) и в динамических (II) условиях в 3-х элементной матрице с участием 3-х составляющих движения

ляемого маршрута, и она практически не меняется от эксперимента к эксперименту. В статических условиях предъявления информации на начальных этапах обучения доля стадии контроля и коррекций также занимает почти половину времени целостного действия, но по мере совершенствования действия доля ее неуклонно понижается и к концу формирования составляет 20—25% от всего действия. Доля стадии реализации в динамических условиях по мере овладения действием возрастает примерно в 2 раза; в статических условиях от первого к последнему эксперименту доля стадии реализации увеличивается также в 2—2,5 раза. Однако по сравнению с динамическими условиями ее удельный вес оказывается значительно выше за счет минимизации контроля и разброса.

Доля латентной стадии в начале формирования навыка как в статических, так и в динамических условиях очень мала и составляет примерно 5% от времени всего действия. По мере овладения действием доля этой стадии в статических условиях неук-

лонно возрастает, доходя к концу формирования до 20—25%. В динамических условиях доля ее по мере освоения действия меняется очень незначительно и к концу обучения составляет примерно 10% от времени действия.

Доля показателей разброса  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$  в динамических условиях выработки навыка практически не меняется, в стабильных условиях заметно уменьшение примерно в два раза доли  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$ . Абсолютные значения показателей разброса по мере освоения действия уменьшаются в 3—4 раза, что сказывается в повышении пространственности, а следовательно, и качества действия. При сопоставлении  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_2$  по абсолютным значениям и по удельному весу их в целостном действии отмечено увеличение этих показателей в 3—4 раза в динамических условиях по сравнению со стабильными, что соответствует ухудшению качества действия в меняющихся условиях предъявления информации.

Итак, сравнительный микроструктурный анализ данных, полученных в динамических и стабильных условиях, позволил выявить существенные различия в динамике формирования и соотношении компонентов пространственного действия (см. рис. 7). В динамических условиях предъявления информации существенно возрастает роль когнитивных компонентов действия, особенно блока контроля и коррекций, за счет того, что на него ложится двойная нагрузка: не только проверка результата действия, но и контроль за адекватностью выбранной программы предстоящего действия и ее реализации.

В стабильных условиях предъявления информации удельный вес латентной стадии в течение всех экспериментальных сеансов больше, чем в динамических, причем доля ее к концу формирования начинает занимать 20—25% от целостного действия. Напротив, доля стадии контроля и коррекций в стабильных условиях, как уже указывалось, почти вполнину меньше, чем в условиях неопределенности. Такое соотношение удельных весов выделенных компонентов в целостном действии указывает на превалирование программного типа управления в стабильных условиях предъявления информации.

В проведенных ранее исследованиях по формированию пространственного действия в стабильных условиях (Кочурова, 1977) испытуемые со сформированным навыком длительное время выполняли действия за одинаковое время. При этом стадия реализации занимала 50%, а латентная стадия и стадия контроля и коррекций — по 25% времени целостного действия. Затем испытуемые неожиданно изменили способ работы, что привело к изменениям удельного веса компонентов в функциональной структуре действия: сократился удельный вес стадии контроля и коррекций и почти до 40% увеличилась доля латентной стадии, в то время как удельный вес стадии реализации почти не изменился. Это свидетельствует о том, что программа настолько хорошо была сформирована в предшествующих реализациях, что смогла управлять

протеканием действия, почти не нуждаясь в коррекциях. Значит, по мере овладения действием происходит переход с преимущественного регулирования движений по афферентационному типу к преимущественному регулированию по программному типу. Выше указывалось, что в динамических условиях за 15 экспериментов не произошло существенных изменений в удельном весе стадий контроля и коррекций и было отмечено лишь небольшое возрастание доли латентной стадии. Это говорит о том, что в меняющихся условиях в течение проведенных нами экспериментальных серий сохранилась регуляция по афферентационному типу управления.

### *11.3.3. Исследование функциональных компонентов пространственного действия*

В приведенных выше примерах использования микроструктурного анализа было показано становление дифференцированной функциональной структуры пространственного действия. Этот процесс протекал по-разному в зависимости от условий выполнения действия (норма, инверсия, стабильные, динамические условия). При анализе результатов обращалось внимание на то, что компоненты целостного действия по мере его формирования не остаются неизменными; они испытывают также влияние меняющихся условий выполнения действия. Задача излагаемого ниже исследования состояла в том, чтобы специально изучить и сопоставить особенности когнитивных и исполнительного компонентов при выполнении действий различной сложности (Евсевичева и др., 1980; 1982).

Различия в сложности достигались организацией тестового материала, который представлял собой матрицы двух видов: регулярные и нерегулярные. В регулярных матрицах при переходе от одного элемента к другому использовался один и тот же набор составляющих. Каждая матрица состояла из 5 элементов, для отработки которых совершалось 5 однотипных движений: только по  $X$ , только по  $Y$ , по  $XY$ ,  $XZ$ ,  $YZ$ ,  $XYZ$  (см. рис. 3). Соответственно использовалось шесть регулярных матриц. Нерегулярная матрица состояла из 9 элементов. В ней от элемента к элементу постоянно менялись число составляющих и их набор (см. рис. 2, *в*). Нерегулярная матрица предъявлялась испытуемым двумя способами: либо все элементы предъявлялись одновременно, либо последовательно по одному элементу. В последнем случае в каждый момент времени на экране было два элемента: тот, с которым испытуемый уже совместил управляемое пятно, и тот, который ему предстояло отработать. Последовательное предъявление элементов нерегулярной матрицы выступило в качестве контрольной серии к двум основным сериям экспериментов, в которых испытуемые работали с регулярными матрицами и полностью предъявленной нерегулярной

матрицей. Во всех случаях задача испытуемых состояла в точном совмещении управляемого пятна с элементами предъявлявшихся матриц. При работе с нерегулярными матрицами движения разной степени сложности обрабатывались отдельно и сопоставлялись с соответствующими данными, полученными при работе с регулярными матрицами. Примененный методический прием позволил изучить изменение характеристик компонентов целостного действия в зависимости от объективной сложности решаемой задачи, выражавшейся в числе степеней свободы, которые необходимо было преодолеть испытуемому для достижения цели. Специальная организация последовательности элементов в нерегулярной матрице позволила изучить изменение тех же характеристик в зависимости от степени сложности предыдущего и предстоящего действия.

Макроанализ результатов, полученных при работе с регулярными матрицами, дал основания для разделения изучаемых действий по времени их выполнения на две группы: легковыполнимые ( $X, Y, XY$ ) и трудновыполнимые ( $XZ, YZ, XYZ$ ). В регулярных матрицах время, необходимое для отработки легковыполнимых действий, в 1,9 раза меньше времени, требуемого для трудновыполнимых (табл. 4). В нерегулярной матрице время осуществления легковыполнимых действий в 1,4 раза выше, чем в регулярных матрицах, а на осуществление трудновыполнимых действий, напротив, требуется в 1,3 раза меньшее время, чем в регулярных матрицах. В результате различия между легко- и трудновыполнимыми действиями в нерегулярной матрице практически отсутствуют.

Наибольшее время получено в контрольной серии при поодиночном предъявлении элементов нерегулярной матрицы. Увеличение времени при работе с одиночными целями не является неожиданным. Такие же результаты были получены при работе со статическими и динамическими матрицами. Их обсуждение приведено выше в II.3.2. Такой эффект можно назвать эффектом одиночной цели. Он дает испытуемому большую свободу в выборе режима обслуживания. Здесь мы имеем дело с автотемпом в чистом виде. Любое увеличение числа целей приводит к деформации автотемпа в сторону его ускорения.

Более сложным является объяснение того, почему при работе с нерегулярной матрицей происходит перераспределение общего времени между легко- и трудновыполнимыми действиями. Микроструктурный анализ полученных результатов свидетельствует о том, что компоненты целостного действия избирательно реагируют как на изменение сложности, так и на способ организации тестового материала.

Данные о чувствительности стадий действия к сложности задачи приведены в табл. 4. Из данных видно, что время латентной стадии наименее чувствительно к изменению сложности действия: при переходе от легко- к трудновыполнимому оно возрастает лишь

Таблица 4

Зависимость общего времени и времени по стадиям действия от сложности дви

Тип матрицы	Регулярная матрица						Нерегулярная матрица основная			
Время, мс	составляющие									
	X	Y	XY	XZ	YZ	XYZ	XY	XZ	XY	YZ
Т общее	630	650	790	1460	1250	1270	1010	990	950	1170
Т латенции	270	190	275	290	250	320	250	270	230	295
Т реализации	270	360	375	535	635	595	430	540	500	575
Т контроля и коррекций	90	100	140	635	365	355	330	180	220	300

на 40 мс для всех типов матриц. Абсолютные значения латентного времени также соизмеримы при работе с регулярными и нерегулярными матрицами. При одиночных предъявлениях элементов нерегулярной матрицы наблюдается значительное сокращение (в 1,5 раза) латентного времени как при легко-, так и при трудно-выполнимых действиях.

Время стадии реализации в регулярных матрицах более чувствительно к изменению сложности: при переходе от легко- к трудновыполнимым действиям оно увеличилось в 1,75 раза. В нерегулярных матрицах эти различия практически стерты за счет того, что время, требуемое для выполнения легковыполнимых действий, увеличилось в сравнении с теми же действиями в регулярных матрицах в 1,4 раза, а время трудновыполнимых действий во всех типах матриц соизмеримо между собой.

Время стадии контроля и коррекций при работе с регулярной матрицей для трудновыполнимых действий в 4 раза выше, чем для легковыполнимых. В нерегулярной матрице эти значения соизмеримы между собой, при этом в сравнении с регулярной матрицей получен, казалось бы, парадоксальный результат: время контроля и коррекций для легковыполнимых действий возросло в 2,4 раза, а для трудновыполнимых уменьшилось в 2 раза. Значения времени контроля и коррекций при одиночном предъявлении элементов в нерегулярной матрице оказались наибольшими: для легковыполнимых действий они в 9 раз выше значений, полученных при работе с регулярными матрицами, и 3,4 раза выше при одновременном предъявлении элементов нерегулярной матрицы; для трудновыполнимых действий эти значения возросли соответственно в 1,7 и 3,4 раза.

# жения при работе с матрицами разного типа

(одновременное предъявление; серия)					Нерегулярная матрица (одиночные предъявления; контрольная серия)								
движения													
XYZ	X	XYZ	Y	XZ	XY	XZ	XY	YZ	XYZ	X	XYZ	Y	XZ
1190	940	1000	930	970	1540	1680	1990	1590	1470	1130	1310	1520	1470
225	300	275	190	275	230	230	180	190	180	135	130	90	190
625	390	555	480	565	430	530	620	650	560	385	490	490	550
340	250	170	260	130	880	920	1190	750	730	610	690	940	730

Приведенные данные о соотношении стадий действия при работе с регулярной матрицей свидетельствуют о разной чувствительности к усложнению действия. В латентной стадии различия между легко- и трудновыполнимыми действиями выражены наиболее слабо, в стадии контроля и коррекций — наиболее сильно. Можно предположить, что для осуществления более сложного действия требуется либо большее время программирования при одинаковом с легковывполнимым действием временем реализации и контроля, либо большее время реализации и контроля при одинаковом времени программирования. В первом случае увеличение латентного времени позволило бы создать более подробную программу будущего движения с учетом его сложности. Во втором — менее детальное программирование потребовало бы больше времени для внесения изменений по ходу реализации и для оценки правильности схематично построенной в латентной стадии программы движения. Полученные результаты говорят о том, что первый способ выполнения трудного действия неэффективен в силу того, что сложность движения не позволяет отработать детальную, четкую программу до его осуществления, поэтому по ходу реализации, а также в стадии контроля и коррекций вносятся поправки в течение процесса.

Вторая задача излагаемого исследования состояла в том, чтобы проследить изменение характеристик компонентов актуального действия в зависимости от только что совершенного и предстоящего действий. Необходимые для этого данные были получены при работе испытуемых с нерегулярной матрицей, которая была построена таким образом, что в ней чередовались легкие переходы с трудными, кроме одного случая, где соседствовали два сложных

перехода (см. рис. 2, в и табл. 4). Сопоставление стадий действия при работе с регулярными и нерегулярными матрицами показало, что наиболее существенные изменения претерпевает стадия контроля и коррекций. Время этой стадии колеблется от 130 до 340 мс, причем верхняя граница интервала характерна для легковыволнимых движений, нижняя — для трудновыполнимых. Казалось, что результаты этого исследования не только ставят под сомнение, но даже сводят на нет сделанный ранее вывод о четкой зависимости контролирующей стадии от сложности совершаемого движения. Ведь испытуемые и при работе с нерегулярными матрицами совершали действия той же степени сложности, но объединенные в последовательность чередования простых и сложных. Казалось бы, что действия разного типа сложности, выполняемые последовательно в пространстве и времени, должны сохранить черты, свойственные им в ситуации регулярности. Однако результаты экспериментов с нерегулярной матрицей свидетельствуют об отсутствии зависимости между временем когнитивных компонентов и сложностью совершаемого действия. Следовательно, некоторая извне заданная последовательность разнотипных действий влияет на каждое из них и на характеристики его компонентов.

На основании опыта предыдущего исследования, направленного на поиски способов управления последовательностью действий при работе с регулярными матрицами различной длины (Гордеева и др., 1975), а также на основании изложенных выше экспериментов можно выделить три возможных способа управления последовательностью действий: 1) программа последовательности строится во время латентного периода первого действия; 2) последовательность разбивается на группы, включающие несколько действий, и программа для группы строится во время латентного периода первого действия; 3) программа каждого действия строится отдельно во время его «собственного» латентного периода.

Для выяснения этого последнего предположения и была принята контрольная серия экспериментов, в которой испытуемые работали с той же нерегулярной матрицей, элементы которой предъявлялись не одновременно, а последовательно. Результаты контрольной серии показали резкое возрастание времени стадии контроля и коррекций и уменьшение времени латентной стадии действия при сопоставлении как с регулярными, так и с нерегулярными матрицами. Сопоставляя полученные результаты с результатами, полученными в основной серии, можно с уверенностью сказать, что каждый переход в нерегулярной матрице с одновременным предъявлением не мог отрабатываться как отдельное, изолированное от рядом стоящих действие.

Результаты экспериментов показали, что ни один из перечисленных способов управления последовательностью действий не использовался испытуемыми при работе с нерегулярной матрицей.

Испытуемые нашли четвертый, видимо, наиболее эффектив-

ный в данных условиях способ выполнения разносложных действий. Они объединяли их в пары, состоящие из легкого и следующего за ним трудного действия. Уменьшение общего времени выполнения трудного действия и абсолютного и относительного времени его когнитивных стадий (по сравнению с аналогичным действием при работе с регулярной матрицей) обусловлены влиянием предыдущего легкого действия. Иначе говоря, легковыполнимые действия типа  $X$ ,  $XY$ ,  $Y$  облегчают выполнение трудных действий ( $XZ$ ,  $YZ$ ,  $XYZ$ ). Можно предположить, что в период контроля легкого действия осуществляется не только непосредственная функция этой стадии, заключающаяся в оценке точности совмещения управляемого пятна с тестовым, но и планируется выполнение следующего за ним сложного. Это предположение подтверждается тем, что время контролирующей стадии легкого действия в нерегулярной матрице значительно выше времени этой стадии в соответствующей регулярной матрице (в несколько ослабленном виде аналогичные результаты получены и для стадии реализации). При сравнении же компонентов действия равных по сложности переходов ( $YZ$ — $XYZ$ ) практически никакого различия с данными, полученными при работе с регулярными матрицами, обнаружено не было.

Если справедливо предположение о начале программирования сложного действия в период стадии контроля простого, то естественно, что это приводит к увеличению времени программирования и способствует созданию более четкой программы реализации сложного действия. Соответственно, хорошо спланированному действию требуется меньше времени для контроля за адекватностью построенной программы его реализации. Видимо, это и объясняет уменьшение абсолютного и относительного времени стадии контроля трудновыполнимых переходов при работе с нерегулярной матрицей.

Полученные данные можно интерпретировать как проявление эффекта полезной когнитивной антиципации, которая включает в себя зрительную и премоторную антиципацию, ответственную за организацию будущего движения. Функция когнитивной антиципации заключается в облегчении протекания сложного действия. Обнаруженная в нашем исследовании антиципация — временная, а не пространственная, так как пространственное положение стимула известно испытуемым и предсказывать место его появления нет необходимости, а «определить» время чрезвычайно важно для успешного осуществления трудновыполнимого действия.

Выше шла речь о том, что при формировании действия происходит перераспределение времени, приходящегося на его компоненты, и что возможен не только обмен временем, но и обмен функциями между ними. Здесь мы столкнулись с новым фактом, который состоит в слиянии соседних действий, во взаимопроникновении их структур, которое происходит на фоне растущей дифференциации структуры каждого отдельного действия. С нашей



точки зрения, полученный факт имеет принципиальное значение, ибо на его основе возможно объяснение того, как из отдельных прерывных действий строится непрерывная деятельность. Следующее действие уже как бы предсуществует в ткани предыдущего. Оба они становятся трудновыделимыми элементами деятельности. Для их разделения требуются сложные экспериментальные процедуры, о которых речь пойдет в дальнейшем. Сейчас нам важно подчеркнуть, что полученный факт уточняет представления о механизмах управления последовательностью действий. Дело не только в оппозиции «цепочка — гребенка» (Бернштейн, 1966; Гордеева и др., 1975, 1978). Даже если мы принимаем механизм «гребенки», когда ряд действий нанизан на одну программу, это все равно не объясняет незаметности перехода от действия к действию. Механизм «гребенки» должен быть дополнен механизмом взаимопроникновения структур соседних действий.

Полученные в изложенном исследовании результаты позволяют сделать некоторые общие заключения. Основной переменной в тестовом материале была объективная сложность, выражавшаяся в числе степеней свободы, которые необходимо преодолеть для достижения цели каждого отдельного действия. Результаты, полученные при работе с регулярными матрицами, свидетельствуют о том, что далеко не во всех случаях имеется совпадение объективной и субъективной сложности (трудности). Имеются предпочтительные с точки зрения легкости выполнения действия (координаты и их сочетания). Полученные различия не только достоверны, но и весьма выразительны. Они свидетельствуют о том, что не только действие в целом, но и все его компоненты чувствительны к вариациям условий выполнения действия. Имеются основания предполагать, что испытуемые тонко реагировали и настраивались не только на очередной элемент матрицы, но и на все пространственное поле, состоящее из этих элементов. Происходила предварительная настройка на сложность выполнения всей цепи последующих действий и их выполнение было достаточно устойчивым. Различия в пространственном поле отражались на характеристиках компонентов целостного действия и на взаимоотношениях между соседними действиями. Обнаруженная предварительная настройка на сложность сенсомоторного действия подобна настройке на перцептивную сложность, которая характерна, например, для работы зрительной системы и хорошо отражается в длительности зрительных фиксаций.

\* \* \*

В настоящей главе были изложены исследования структурных характеристик предметного действия. Для их выделения и описания использовался метод микроструктурного анализа. На его основе удалось расчленить предметное действие, совершающееся за время, немногим превышающее 1 с, на функционально различ-

ные компоненты. Эти компоненты не являются независимыми друг от друга, изолированными частями действия. Когнитивные компоненты оказались чувствительными не только к перцептивным характеристикам поля действия, но и к сложности совершенного и предстоящего исполнительного акта. В свою очередь, исполнительный компонент действия в ряде ситуаций брал на себя функции когнитивных компонентов. В структуре целостного предметного действия оказывается возможным обмен временем, качеством и функциями между составляющими его компонентами. Следовательно, микроструктурный анализ представляет собой адекватное средство «поиска *внутреннего* во внешнем», не только поиска, но и содержательной характеристики внутреннего плана внешнего действия, которая будет раскрываться в последующих главах.

## Образ и действие

### III.1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема образа как регулятора действия является важнейшей в исследованиях двигательного поведения. Понимание процесса построения движений невозможно без анализа взаимодействия образа и действия, на что указывал еще И. М. Сеченов, говоря, что «чувствование повсюду имеет значение регулятора движения, другими словами, первое вызывает последнее и видоизменяет его по силе и направлению» (Сеченов, 1947, с. 236—237). Чувствования, по Сеченову, служат источником движений не прямо, а через психику, в том числе и через образ, который сам является не менее динамичным, чем регулируемое им движение. Образ — это целостное, интегральное отражение действительности, в котором одновременно представлены основные перцептивные категории (пространство, движение, цвет, форма, фактура и т. д.). Процесс формирования образа включает в себя целый ряд перцептивных действий, таких как обнаружение, выделение адекватных задач информативных признаков, обследование выделенных признаков и собственно построение образа. Овладение системой перцептивных действий требует специального обучения. Существенным является то, что как перцептивные действия, так и критерии адекватности образа не остаются неизменными, а проходят значительный путь развития вместе с развитием самой деятельности.

В ходе развития перцептивных действий формируются и развиваются когнитивные образования, к числу которых относятся сенсорные и перцептивные эталоны, оперативные единицы восприятия, перцептивные схемы. Всякий раз, когда меняется поле деятельности, либо осваивается новый вид деятельности и сформированный ранее образ становится неадекватным, процесс восприятия вновь превращается из свернутого, одноактного в сукцессивный и совершается с помощью развернутых перцептивных действий. Сложившийся перцептивный образ участвует в формировании сенсомоторного образа, включающего в себя образы реальной ситуации и конкретных исполнительных действий. На основе такого интегрального, адекватного условиям сенсомоторного образа начинает совершенствоваться исполнительная часть действия, в которой теснейшим образом переплетены и сонастроены когнитивные и моторные компоненты.

Идеи интегрального образа развивались А. А. Ухтомским: «Всякий интегральный образ, — писал А. А. Ухтомский, — которым мы располагаем, является достаточным продуктом пережитой нами доминанты». При восстановлении прежней доминанты она может быть пережита как мимолетное «воспоминание», и «тогда она без изменения, как постоянный и однозначный интегральный образ, скроется опять в складах памяти». Но доминанта может переживаться и со всей полнотой, «с оживлением работы во всей соматической констелляции». В этом случае «соответствующий образ оказывается вновь переработанным и уходит в склады памяти более или менее глубоко переинтегрированным» (Ухтомский, 1950, т. 1, с. 195). Признак инерции доминанты, выражающейся в том, что, во-первых, «однажды вызванная, она стойко держится в центрах, и, во-вторых, она может восстанавливаться», вполне соотносится с характеристикой образа как регулятора поведения. Кстати, А. А. Ухтомский, ссылаясь на Р. Авенариуса, пишет, что доминанта — «это преобразователь текущей реакции, фактор, направляющий поведение животного в данных условиях» (там же, с. 301).

Развивая положения И. М. Сеченова и А. А. Ухтомского о роли образа в регуляции поведения, Н. А. Бернштейн в созданной им модели кольцевого управления движениями в качестве определяющего фактора назвал образ (или «представление результата действия»), наделив его функциями «ведущей директивы». Рассматривая регуляторные функции образа, Н. А. Бернштейн говорил о наличии в центральной нервной системе формул движения или энграмм (моторных образов), охватывающих весь процесс движения на всем его временном протяжении: «неизбежным становится вывод, что, говоря о программе двигательного акта в его целом, мы не находим для нас другого определяющего фактора, нежели предвосхищенный образ того результата, на который нацеливает субъекта осмысливание определившейся двигательной задачи» (Бернштейн, 1961, с. 138). И далее Н. А. Бернштейн пишет о том, что какую бы двигательную активность ни анализировать от простейших движений до сложных двигательных актов, «мы нигде, кроме смысла двигательной задачи и предвосхищения результата ее решения, не найдем другого ведущего инварианта, который определял бы от шага к шагу то стойкую, то перестраиваемую на ходу программу реализации и корректирования действия» (там же, с. 139).

Теперь посмотрим, как эта проблема кольцевой регуляции поведения решается с психологической точки зрения. А. Н. Леонтьев пишет о существовании круговой зависимости: «действие обнаруживает свою зависимость от познания, познание — от действия». Далее он говорит о том, что разрыв этого круга происходит в исполнительной части действия, ибо «именно действие осуществляет активный практический контакт с внешним миром; наталкиваясь на сопротивление реальных объектов, оно не только

подчиняется им, но вместе с тем, образно говоря, и учится у них» (Леонтьев, 1957, с. 8).

А. В. Запорожец показал, что в процессе ориентировочно-исследовательской деятельности складывается образ ситуации: «система ориентировочных реакций, составляющая основу образа, возникает раньше, чем вырабатывается навык» (Запорожец, 1960, с. 223). На основе сложившегося образа ситуации начинает формироваться само действие, его исполнительная часть и в ходе этого формирования возникают достаточно сложные взаимовлияния образа и действия, «постоянное взаимодействие ориентировочных и рабочих реакций» (там же, с. 226). В исследованиях А. В. Запорожца и его сотрудников было показано, что развернутая ориентировочно-исследовательская деятельность способствует выработке более совершенного действия: «воспринимаемые по ходу выполнения действия сигналы теперь сопоставляются с образом, и те или иные реакции либо закрепляются, либо тормозятся еще до достижения какого-либо положительного эффекта как соответствующие или несоответствующие образу» (там же, с. 224).

П. Я. Гальперин в исследовании, посвященном выработке навыка письма у детей, показал, что ориентировочно-исследовательская деятельность — это сложнейшая деятельность, обслуживающая и регулирующая исполнительные действия. В эту сложную регулирующую деятельность входят «представление о самом процессе действия и его результате (не только конечном, но и промежуточных), учет наличных условий действия и его фактического течения, сопоставление последнего с принятым образцом, выявление и устранение постоянно наступающих отклонений» (Гальперин, Пантина, 1958, с. 322).

Для того чтобы образ выполнял функцию регулятора движения и действий, разворачивающихся в пространстве и времени, он должен обладать собственной пространственно-временной структурой. Эта структура складывается в результате предметных действий субъекта благодаря преобразованию биодинамической ткани движения в чувственную ткань пространственного образа (Гордеева, Девишвили, В. П. Зинченко, 1975, с. 91). Это относится не только к процессу формирования образа, но и к сформированному образу: ведь остановка может рассматриваться как накопленное движение, его симультанный слепок. В снятом виде биодинамическая ткань движения присутствует и в порожденном и в воплощенном образе.

В последние годы и зарубежные авторы все чаще апеллируют в своих исследованиях к образу как регулятору поведения. М. Турвей считает, что центральное место в организации движения занимает образ предстоящего действия или представление о нем и что целесообразные движения регулируются не жестким паттерном, а образом действия, который сам является постоянно становящейся структурой (Турвей, 1977; 1978 (а)). А. Т. Уэлфорд в предложенной им 3-компонентной модели построения движения

постулирует, что мгновенный образ ситуации, сформированный в стадии анализа и интегрирования данных, получаемых из разных точек пространства, переводится в образ моторных программ, реализуемых затем в действии (Уэлфорд, 1974). Рассматривая уровни организации и управления движениями, Р. В. Пью в работе, посвященной моторной организации, приводит в качестве одного из ведущих компонентов системы организации движения образ ожидаемых сенсорных последствий (Пью, 1974). Этот образ, по его мнению, должен включать в себя двигательную программу (след памяти в терминологии Адамса); данные о взаимодействиях между стимулами, представленными в образе, и процессами отбора внутри схемы памяти, хранящей информацию об организации целесообразных действий, в том числе и представления о его пространственно-временных характеристиках, и, наконец, знание о выполнении моторных команд.

Ю. Конорски, обсуждая проблему ассоциативных связей, близкую по смыслу к проблеме функционального органа А. А. Ухтомского, предположил, что каждое движение представлено в коре больших полушарий специфической гностической единицей. По мере формирования все новых и новых гностических единиц в соответствующей ассоциативной зоне коры образуется хранилище паттернов движений, названное им кинестетическим гностическим полем, «в котором происходит оформление поведения человека» (Конорски, 1970, с. 190). Гипотеза Конорски состоит в том, что благодаря ассоциациям в нужный момент могут быть активизированы кинестетические гностические единицы, в результате чего к исполнительным центрам посылаются команды осуществить движение. Эти единицы играют роль механизма, программирующего двигательные акты. Однако, согласно Ю. Конорски, этим их роль не ограничивается. Гностическое поле наделено способностью создавать, сохранять и использовать кинестетические образы, необходимые для выполнения и регуляции двигательных актов.

В обзоре Р. Мартенюка, посвященном исследованиям когнитивных процессов и моторной кратковременной памяти, приводится положение М. Познера о том, что образ может быть понят как основной код, представленный в виде пространственной картины, содержащей детальную информацию о характеристике движения. К. Конноли и В. Джонс развили эту идею Познера. На основании собственных исследований взаимоотношений между зрением и кинестетикой они пришли к выводу о том, что важным условием сохранения информации о движении является развитие интегрального зрительно-кинестетического хранилища, в котором не только могут приниматься адекватные решения о взаимодействии двух сенсорных систем, но также возможны трансформации информации, поступившей из одного органа чувств, в форму, пригодную для использования другой сенсорной системой. Такая информация, по их мнению, хранится в форме образа, который может быть воспроизведен (Мартенюк, 1976).

Представления М. Познера, К. Конноли и В. Джонса о пространственной карте, содержащей детальную информацию о движении, и об интегральном хранилище, где информация содержится в форме образа, и представления Ю. Конорски о кинестетическом гностическом поле являются частью более обширного понятия, которое Н. А. Бернштейн назвал пространственным полем, наделив его метрическими и топологическими чертами. Бернштейн показал, что метрические характеристики этого поля формируются «как при помощи соучастия проприоцепторов глазодвигательной мускулатуры, обеспечивающего стереоскопическое восприятие глубины, так и при посредстве всего накопленного опытом осязательно-двигательного и локомоторного знакомства с пространством», поэтому достаточно трудно выделить «первичные сенсорные элементы пространственного рецепторного синтеза» (Бернштейн, 1961, с. 130). Уровень пространственного поля обеспечивает возможность выполнять заученное движение не только в разных масштабах, но и разными исполнительными органами. Например, писать мелко и крупно, на горизонтальной и вертикальной плоскости, писать карандашом в руке или зажатым в зубах или носком ноги. Возможность выполнения подобных инвариантов Р. В. Пью относит за счет действия схемы, в которой представлены свойства двигательных последовательностей в виде пространственных паттернов, пригодных для осуществления широкого круга уникальных движений.

Обсуждая роль сознания и планирования действий в поведении, К. М. Ньюэлл (1979) пишет, что доля сознательного участия в выполнении действия тем выше, чем меньше оно знакомо субъекту, т. е. на первых стадиях обучения. Эти утверждения близки по смыслу приведенным выше взглядам А. В. Запорожца о роли ориентировочно-исследовательской деятельности в формировании действия. Заканчивая статью о планировании действия, Ньюэлл резюмирует, что построение плана действия — это развитие очень гибкой структуры взаимодействий, отражающих специфику внешней среды, это динамическая взаимосвязь между перцепцией и моторикой, о которой У. Найсер, проводя аналогию между схемой и планом действия, заметил: «Схема — это не только план, но и его реализация. Это в равной степени и образ действия, и способ действия» (Найсер, 1976, с. 56).

Приведенный, по необходимости краткий, обзор работ о роли образа в регуляции движений и действий свидетельствует о недостаточно расчлененном использовании понятий «образ», «программа», «схема» и др. Некоторых авторов устраивает какое-либо одно из этих понятий, например «программа», и они не привлекают для описания процесса построения движения другие понятия. Имеются попытки расширения содержания какого-либо понятия, например понятия «интегральный образ» за счет включения в него функций программы, схемы и т. д.

Такая неопределенность отражает состояние исследований

процесса построения движений, в том числе и уровень их методической оснащенности.

Проблема «образ и действие» достаточно сложна и до сих пор далека от окончательного решения. Сложность ее состоит в том, что процесс формирования образа, свойства сложившегося образа, его регуляторные функции скрыты от наблюдателя. Максимум, что удастся сделать исследователю, — это так или иначе замедлить процесс его формирования, однако, насколько бы ни было эффективным это замедление, процесс формирования образа того или иного предметного содержания имеет тенденцию к свертыванию, к симультированию. Поэтому перед исследователями по-прежнему стоит задача создания таких экспериментальных ситуаций, в которых бы процесс формирования образа оставался как можно более долго развернутым во времени и с трудом поддавался симультированию. В настоящей главе будут описаны некоторые ситуации, которые дают возможность более полно разворачивать в пространстве и времени процесс формирования сенсомоторного образа рабочего пространства и обнаруживать фазы его построения.

### *III.1.1. Формирование сенсомоторного образа пространства*

Исследование проводилось на стенде, описанном во второй главе. В качестве методического приема использовалась инверсия как средство разрушения сложившегося навыка (подробное описание метода см. гл. II.3.1). Введение инверсии нарушало привычное соотношение перцептивного и моторного полей, что, естественно, вызывало разрушение сложившегося в условиях совместимости двигательного навыка.

Использование инверсии дало возможность более полно проследить этапы построения нового сенсомоторного образа, адекватного данной ситуации. Но поскольку даже в этих, очень трудных, условиях выполнения действия начальные этапы формирования образа были зафиксированы лишь в первом десятке реализаций, мы прибегли к постоянной смене условий, чередуя различные виды частичной инверсии, норму и полную инверсию.

Исследование проводилось на пяти хорошо тренированных испытуемых, у которых был выработан пространственный двигательный навык в условиях нормы. Тестовый материал представлял собой матрицу с тремя маршрутами движения, обозначенными разными цветами (см. рис. 2, б). Каждый маршрут состоял из стартового элемента (одного для всех маршрутов движения) и трех тестовых элементов, представляющих собой квадраты разной величины. Маршруты строились таким образом, чтобы перемещение управляемого пятна от одного элемента к другому требовало участия всех составляющих пространственного движения. Испытуемый по сигналу экспериментатора должен был как можно точ-



нее пройти указанный маршрут от одного элемента к другому. С каждым испытуемым было проведено 46 экспериментов по 50 проб в каждом. Результаты подвергались микроструктурному анализу.

Условия работы от эксперимента к эксперименту и внутри экспериментов менялись от нормы к частичной инверсии по  $X$  или  $Y$  или  $Z$  и снова к норме или полной инверсии  $XYZ$ , затем снова к норме или к инверсии  $XY$  и т. д. Перед тем как ввести инверсию, был проведен фоновый эксперимент, в котором испытуемые работали в условиях нормы. В конце этого эксперимента наблюдались целенаправленные, сформированные, имеющие четкую функциональную структуру действия, совершающиеся в среднем за время, равное 1,5 с (время латентной стадии 400 мс, стадии реализации 600 мс и стадии контроля и коррекций 500 мс).

Введение инверсии, как полной, так и частичной, после обучения в норме привело к неадекватности ранее сформированного образа. При введении любого вида инверсии на нескольких первых пробах наблюдалось резкое увеличение как общего времени выполнения действия, которое в зависимости от вида инверсии колеблется от 15 до 6 с, так и времени всех выделенных компонентов целостного действия (время латентной стадии колебалось от 1,7 до 1 с, время стадии реализации — от 10,2 до 3,5 с, время стадии контроля и коррекций от 4 до 1,2 с). Само по себе увеличение времени свидетельствует о трудностях, возникающих при выполнении действия в условиях инверсии, но еще ничего не говорит о процессе построения сенсомоторного образа пространства. Для ответа на этот вопрос необходимо проанализировать структуру фазической (моторной) стадии действия, которая на начальных этапах овладения несет основную нагрузку. Обратимся к образцам записи отдельных переходов, представленных на рис. 8. На рисунке отчетливо видно, что строение стадии реализации при введении инверсии резко изменилось. Пространственное единое, целенаправленное действие превратилось в набор большого количества разнонаправленных движений, перемежающихся либо полными остановками, либо значительными замедлениями. Каждая такая остановка говорит о том, что, сделав небольшое движение, испытуемый контролирует себя и намечает (программирует) свой дальнейший путь. Особенно ярко это наблюдается при переходе от нормы к полной инверсии (см. рис. 8, а).

При введении частичной инверсии по координатам  $X$  или  $Y$  описанное явление также имеет место, но в несколько стертom виде. Любопытно отметить, что в этих случаях наблюдается большое количество разнонаправленных движений в структуре инвертированной составляющей и составляющей  $Z$  данного действия. Структура неинвертированной составляющей также претерпевает изменения, но выраженные не так ярко.

В структуре фазы при переходе на один элемент матрицы можно насчитать 3—8 полных циклов, каждый из которых со-

стоит из своей собственной стадии программирования, реализации и контроля. Стадия реализации целостного действия распадается на целый ряд разнонаправленных движений большой амплитуды, пронизывающих оперативное пространство. Они зарегистрированы по всем координатам пространственного действия, которое в це-

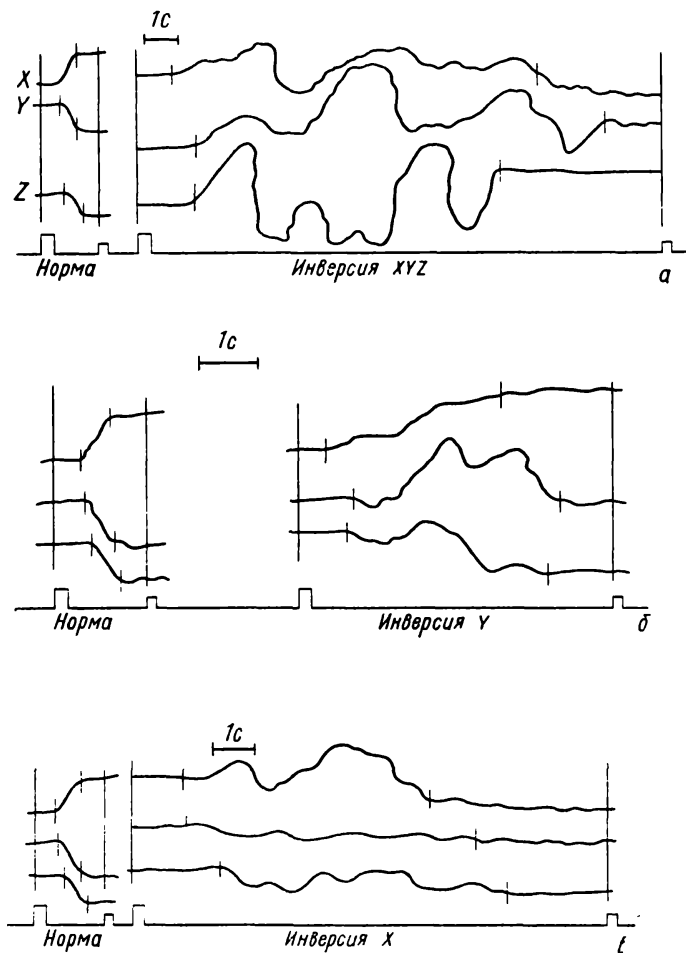


Рис. 8. а, б, в, — образцы записей движения руки при переходе от нормы к инверсии различного вида

лом выглядит как хаотическое и беспорядочное. Его пока трудно назвать действием, поскольку оно, по видимости, нецеленаправленно и раздроблено. Его скорее можно представить как искусственно соединенные цепи отдельных движений, каждое из которых имеет определенное направление, скорость и точку приложения. Подоб-

ное описание хаотического набора движений может быть проиллюстрировано рассуждением Н. Винера о вероятностях, равных нулю и единице: «Если я стреляю по цели пулей точечного размера, то вероятность моего попадания в определенную точку цели равна нулю, хотя не исключена возможность, что я попаду в нее; и действительно, в каждом отдельном случае я попаду в некоторую точку, что является событием нулевой вероятности. Таким образом, событие вероятности 1, а именно попадание в какую-либо точку, может состоять из совокупности событий, каждое из которых имеет вероятность 0» (Винер, 1968, с. 98). И действительно, в результате некоторого количества разнонаправленных, не идущих к цели движений происходит попадание в заданную точку. Но эти беспорядочные хаотические движения служат источником информации о возможности перемещения в пространстве, они как бы ощупывают и пронизывают его в разных направлениях. Поэтому совершенно ясно, что исполнительная функция движения трансформируется на этом этапе овладения действием в функцию познавательную, исследовательскую, ориентирующую. На основе таких активных движений, выполняющих не столько исполнительную, сколько исследовательскую функцию, начинает строиться новый, на первых порах весьма несовершенный образ пространства. Как писал Э. Толмен, прагматический вектор поведения трансформируется в когнитивный.

Полученные результаты подтверждают и развивают положение А. В. Запорожца о том, что образ ситуации строится на основе активных действий испытуемого (Запорожец, 1960). А. В. Запорожец, интерпретируя данные Г. Л. Выготской, исследовавшей процесс превращения первых хаотических и медленных хватательных движений младенцев в пространственные, быстрые и точные, предположил, что образ пространства, регулирующий движения руки, строится благодаря движениям, которые направлены не столько на достижение цели, сколько на овладение и освоение пространства. Н. А. Бернштейн, описывая первые хватательные движения младенцев, также указывает на их хаотичность и нецеленаправленность, «эти попытки выглядят как очень разлитые, иррадиированные и беспорядочные синкинезии, как нечто вроде бурных вспышек барахтания». Более того, в попытках схватить предмет участвует не только рука, а все четыре конечности вместе с мускулатурой лица, шеи и туловища. «Такой приступ иррадиированного возбуждения может привести к тому, что ладонь случайно столкнется с желаемым предметом и удачно захватит его, тогда на этом все и заканчивается. Если же такого удачного исхода не последует, вспышка иссякает сама собой, чтобы через 10—20 секунд смениться подобным же приступом» (Бернштейн, 1966, с. 141).

Использование современных методов регистрации и анализа позволило зафиксировать не только рисунок и время осуществления, но и вскрыть структуру пространственного действия, выде-

лить его компоненты, показать их соотношение и удельный вес в динамике его формирования. На основании этих же данных (как качественных, так и количественных) удалось выделить этапы построения нового сенсомоторного образа пространства.

Описанная выше картина наблюдается на начальных пробах при переходе к каждой новой серии экспериментов, и чем сложнее переход для испытуемого, тем более растянутым по времени оказывается этот этап формирования образа.

Переход от одного вида инверсии к другому (особенно в начале обучения) вызывает деструкцию действия. Видимо, в подобных ситуациях происходит как бы столкновение двух образов пространства: одного еще плохо построенного и другого, находящегося в самой начальной стадии формирования (инверсия по составляющей  $X$  после инверсии по составляющей  $Y$ , рис. 9, а). Однако в дальнейшем наблюдалось положительное влияние работы в одном виде инверсии на работу в другом, выражающееся в

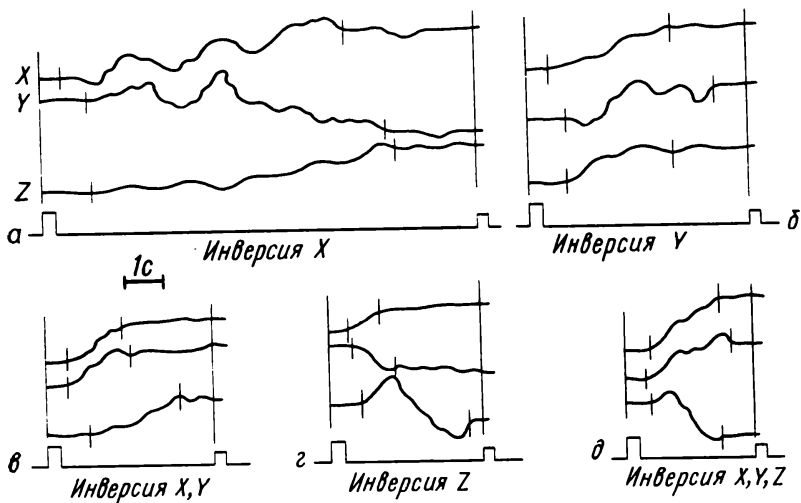


Рис. 9. (а, б, в, г, д) — образцы записей движения руки при переходе от работы в одном виде инверсии к инверсии другого вида

уменьшении значений регистрируемых параметров. Чем сильнее это влияние, тем короче отрезок времени, в течение которого можно зафиксировать начальный этап становления сенсомоторного образа пространства. Так, при сопоставлении структуры действия, осуществляемого в условиях полной инверсии после нормы (см. рис. 8, а), с такой же инверсией, но только после того, как испытуемый поработал во всех других видах инверсии (рис. 9, д), заметны значительные отличия как в количественных показателях (общее время от 15 с сократилось до 3 с, время латентной

стадии — от 1,6 с до 0,7 с, время стадии контроля и коррекции — от 3,8 с до 0,8 с, время стадии реализации — от 10 с до 1,8 с), так и в качественных, а именно: почти исчезли разнонаправленные движения, хотя полные циклы еще выделяются, но отдельные движения идут в нужном направлении. Начало становления более четкой структуры действия совпадает со вторым этапом построения образа.

Значительно более легким явился для испытуемых переход к инверсии по  $XU$  (рис. 9, в). Это объясняется тем, что действие, совершаемое в плоскости, переживается человеком как более легкое, чем в пространстве. К тому же испытуемые уже освоили инверсию по  $X$  и  $Y$ . То же можно сказать и о когнитивных составляющих стадии реализации, которые имеют относительно небольшой удельный вес. С гораздо большим трудом совершается пространственное перемещение по оси  $Z$  (рис. 9, г). Это объясняется, видимо, тем, что освоение пространственного действия сопряжено с большими трудностями, чем освоение плоскостного и линейного действия.

На начальной стадии формирования действия отсутствует «чистое» время реализации (рис. 10). Когда образ пространства

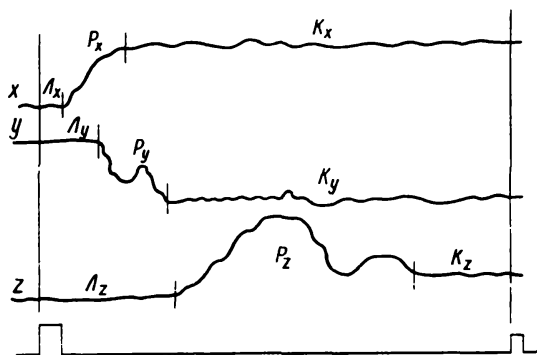


Рис. 10. Образец записи движения руки в начале формирования навыка работы в инверсии

только начинает строиться, согласованное перемещение в пространстве по всем координатам просто невыполнимо. Движения строятся изолированно и со сдвигом по времени одно относительно другого. На этом этапе овладения действием движение в пространстве еще не является пространственным в точном смысле этого слова. Это набор движений по отдельным составляющим, которые в итоге, иногда с большим трудом, достигают заданной цели. Подобная деструкция действия иногда в явном, иногда в стертом виде регистрируется при внесении любых изменений в условия протекания действия. Структура таких действий нечеткая, раз-

мытая; создается впечатление как бы вхождения одной стадии в другую, разброс между составляющими может достигать значительных величин (до 5 с при общем времени выполнения действия, равном 9 с).

По мере совершенствования действия границы между стадиями становятся более четкими, разброс уменьшается, улучшается

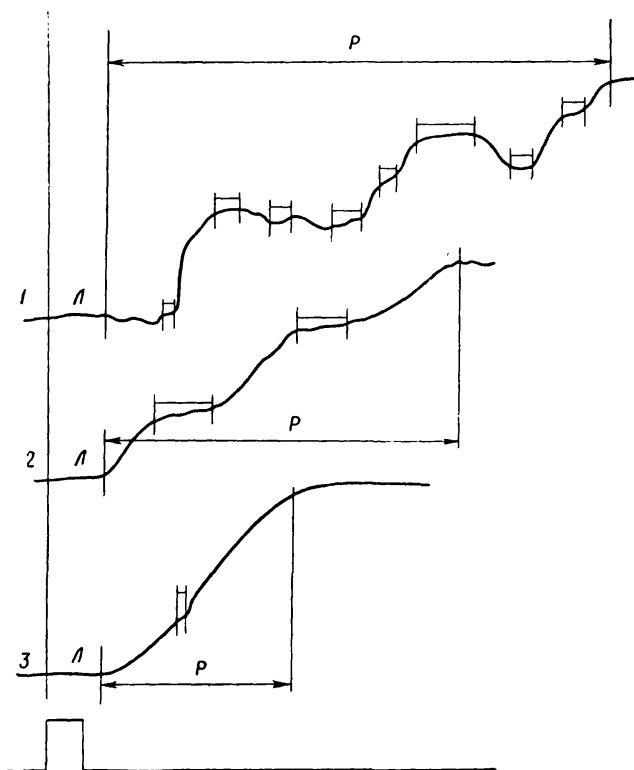


Рис. 11. Схема выделения этапов построения сенсомоторного образа пространства (в стадии реализации выделены участки падения скорости до нуля)

качество действия, оно становится пространственным, пропадает впечатление хаотичности. Отдельные движения, идущие изолированно по составляющим, в процессе освоения сенсомоторного образа и формирования двигательного навыка превращаются в целостные пространственные действия. Определяя характерные черты автоматизации навыка, Е. В. Гурьянов (1948) указывал, что при формировании сложных навыков ранее разрозненные задачи объединяются в одну общую, а ранее разрозненные действия объединяются в единую систему действий. В исследованиях А. В. Запорожца и его сотрудников, направленных на изучение

процесса овладения двигательными навыками детьми дошкольного возраста, также отмечалось, что ориентировочная деятельность ребенка при введении его в эксперимент носит хаотический характер и «отдельные исследовательские реакции еще не связаны друг с другом», однако «в ходе опыта они начинают связываться друг с другом и образовывать систему» (Запорожец, 1960, с. 193).

Таким образом, первый этап построения сенсомоторного образа характеризуется большим количеством изолированных движений, зондирующих пространство в разных направлениях. Их функция состоит в построении образа конкретной ситуации.

На первом этапе построения сенсомоторного образа формируется обобщенный образ ситуации в целом (рис. 11, а): «связи, образующиеся и актуализирующиеся в процессе предварительной ориентировки в ситуации, используются при последующем образовании двигательного навыка и играют существенную роль в его формировании» (Запорожец, 1960, с. 206).

Следующий этап характеризуется большей временной протяженностью и занимает несколько десятков реализаций. Временная протяженность его зависит от того, насколько глубокой перестройки сложившегося ранее сенсомоторного образа требуют новые условия. Этот этап также характеризуется протрупами движениями, но они идут в направлении цели (рис. 11, б). Здесь уже нет разнонаправленных движений большой амплитуды. Перемещение от одного элемента матрицы к другому состоит из ряда последовательных шагов, в каждом из которых отчетливо выделяются свои программирующие, реализующие и контролирующие стадии. Испытуемый как бы квантует требуемую траекторию на мелкие отрезки, т. е. нарастание скорости сменяется остановками. И остановок тем больше, чем менее освоен образ пространства. Необходимо отметить, что увеличение и падение скорости идет изолированно по каждой координате, следовательно, действие так и планируется. Более того, даже по отдельной координате оно планируется не полностью, а делится на ряд квантов. Если воспользоваться терминологией Н. А. Бернштейна (1947), то этот процесс можно описать как последовательное экфорирование энграмм из долговременной памяти, где каждая предыдущая энграмма служит экфоратором для следующей по порядку энграммы. Второй этап построения образа совпадает с началом формирования интегральной программы действия. Последовательные, пробующие шаги в направлении цели необходимы для подгонки сложившегося в общих чертах образа к конкретной двигательной задаче. Эта подгонка, в частности, состоит в нахождении масштабного соответствия движения руки и движения управляемого пятна на экране. Аналогичным образом Н. Н. Поддъяков (1977), исследуя ориентировочную деятельность у дошкольников при формировании практических действий, выделил собственно ориентировочную деятельность, направленную на исследование элементов ситуации и взаимоотношений между ними (в нашем случае этап

освоения конкретной ситуации), и поисковую деятельность, направленную на выполнение данного конкретного практического действия (в нашем случае второй этап, этап построения образа требуемого исполнительного действия в уже освоенном пространстве).

Третий этап формирования образа сенсомоторного пространства (рис. 11, в) характеризуется целенаправленными целостными действиями, наличие которых может свидетельствовать о слиянии уже построенного образа ситуации с образом реальных исполнительных действий. Этот процесс достаточно сложен, он не может рассматриваться как механическое соединение двух ранее построенных образов. Это скорее качественная перестройка, и здесь мы имеем дело с построением действительно симультанного, инвариантного к широкому классу условий сенсомоторного образа рабочего пространства. На его основе происходит дальнейшее совершенствование уже собственно исполнительный части действия. Наличие такого регулирующего образа открывает возможность и для дальнейшего формирования и совершенствования интегральной программы действия, начало формирования которой уже наблюдалось на втором этапе построения образа.

На третьем этапе уже начинается планирование действия с учетом всех трех пространственных составляющих: реализация действий становится координированной и целенаправленной. Совершенно исчезают случаи с нулевым значением «чистого» времени реализации, отдельные стадии действия дифференцированы и выполняют свойственные каждой из них функции. Дальнейшее совершенствование действия состоит в еще большей дифференциации стадий, в минимизации разброса между пространственными составляющими; в увеличении скорости и точности выполнения действия.

В описанном исследовании, благодаря введению необычных и трудных для испытуемых ситуаций инверсии перцептивного и моторного полей, удалось развернуть не только процесс построения действия, но и процесс формирования регулирующих его образа и программы. Как показали результаты исследования, сенсомоторный образ строится на основе активных действий в пространстве. По мере формирования образа происходит трансформация формирующих образ движений, меняется их биодинамическая ткань. Из хаотических, совершающихся с большой скоростью и имеющих большую амплитуду, движения (перемежающиеся длительными остановками) на втором этапе превращаются в мелкие, пробующие, совершающиеся с маленькой скоростью. На последнем этапе они вновь становятся быстрыми и имеют большую амплитуду. Но теперь это уже не хаотические, а целесообразные действия. В результате этой динамики происходит трансформация биодинамической ткани движения в чувственную ткань сенсомоторного образа — будущего регулятора действий.

Сказанное выше позволяет прийти к заключению, что не толь-



ко движения, но и образы могут рассматриваться как функциональные органы поведения и деятельности индивида. Подобная трактовка образа как органа индивидуальности вытекает из воззрений А. А. Ухтомского, рассматривавшего доминанту как особый функциональный орган. Он писал, что к внешнему выражению доминанты относится стационарно выполняемая работа, или рабочая поза организма, а к внутреннему — переживание доминанты в виде сокращенного символа («психологическое воспоминание»). Эту идею А. А. Ухтомского отмечал Б. Г. Ананьев, который также подчеркивал, что целостный или интегральный образ может рассматриваться как своеобразный орган поведения.

Особенность функциональных органов, в отличие от анатомических, состоит в том, что они существуют в латентной форме и строятся каждый раз заново в процессе функционирования. Другое дело, что по мере формирования и совершенствования их актуализация может происходить все быстрее и быстрее. Формирование пространственного, целостного, предметного, константного образа объекта или ситуации предшествует принятию решения и осуществлению действия. Образ, обладающий подобными свойствами, необходим для принятия решения о целесообразности действия.

Лишь такой интегральный образ, в котором точно скоординированы и сонастроены и перцептивный образ, и представления о задаче и предмете действия, и представления о схеме тела, и о «внутренней моторике» с отраженной в ней картиной движения, может выступать эффективным регулятором исполнительной деятельности и основанием для построения ее интегральных и детальных программ.

В изложенном исследовании была подвергнута тщательному анализу стадия реализации, входящая в состав сенсомоторного действия. Ее деформация в условиях инверсии имеет не только внешний характер, она меняется и функционально. Целостное исполнительное действие распадается не просто на ряд парциальных действий или «шагов». Оно трансформируется в ориентировочно-исследовательское, перцептивное действие, которое, как и исполнительное, содержит в своем составе когнитивные и исполнительные компоненты. Поэтому для описания ситуации инверсии термины «хаотичность», «нецеленаправленность» и т. п. справедливы лишь в том случае, если не учитывать того, что исполнительное действие трансформируется в перцептивное. Для последнего эти термины не имеют смысла. Это не хаос, а поиск новых ориентиров или придание старым ориентирам новых функциональных (предметных) значений, построение нового образа ситуации и образа действия. С помощью перцептивных действий строится новое исполнительное действие. Другими словами, по мере обучения происходит обратная трансформация перцептивных действий в исполнительные. Это возможно за счет сокращения, редукции ориентировочно-исследовательских движений, симультизации

процесса построения образа. Внешние компоненты перцептивных действий приобретают интериоризированную, внутреннюю форму осуществления. Итогом является формирование нового целостного исполнительного действия, в составе которого не так легко выделить его перцептивные компоненты.

Следующим шагом в нашем анализе должна быть детализация представленной в настоящем параграфе картины формирования сенсомоторного образа.

### III.2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕГУЛИРУЮЩЕГО И ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗВЕНЬЕВ СЕНСОМОТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Проблема взаимодействия регулирующих и исполнительных компонентов, конкретизируемая здесь как взаимодействие глаза и руки в процессе осуществления действия, — одна из центральных в более широкой проблеме «образ и действие»: «чтобы работать правильно, человек вынужден неустанно следить глазами за тем, что делают руки, т. е. согласовывать известным образом передвижения тех и других по скорости и направлению» (Сеченов, 1952, с. 896). Для того чтобы разобраться во взаимодействии этих двух компонентов, необходимо установить вклад того и другого в осуществление действия, вскрыть их функциональную зависимость, попытаться найти черты сходства, о которых писал И. М. Сеченов: «если орган зрения, по даваемым им эффектам, можно было уподобить выступающим из тела сократительным щупалам с зрительным аппаратом на конце, то руку как орган осязания и уподоблять нечего — она всем своим устройством есть выступающее из тела осязающее щупало в действительности» (там же, с. 899). И. М. Сеченов, сравнивая работу глаз с работой рук, считал зрение и осязание параллельными чувствами. Постараемся и мы отыскать параллельные черты в работе руки и глаза при решении задач различного класса.

В исследованиях осязания и зрения было показано, что осязательная ориентировка, предшествующая ощупыванию предмета, складывается из двух фаз. Первая — поиск объекта в пространстве: поисковые движения рук непрерывны, они характеризуются большой скоростью, пальцы легко скользят по поверхности предметов, находящихся в пространстве осязательного поля. Вторая фаза — установочная: пальцы рук совершают массу мелких движений в начальной точке для установки рук в наиболее удобную позицию. Посредством этих движений определяется положение предмета в осязательном поле относительно собственного тела (В. П. Зинченко, Ломов, 1959).

В зрительном восприятии также выделены сходные по функциям поисковые и установочные движения глаз. С помощью этих движений происходит выделение объекта восприятия, определяет-

ся последовательность его дальнейшего осмотра. При поиске наблюдается максимальная частота движений глаз, движения размашисты, фиксации короткие. На второй стадии поисковые движения становятся более мелкими, а фиксации более длительными (В. П. Зинченко, 1967).

Процессы построения образа осуществляются с помощью гностических движений глаз и движений руки, которые как бы «разворачивают» контур предмета. Движения глаза и движения руки в этом случае определяются предметом. Движения глаза обегают контур предмета, и посредством этих движений осуществляется осмотр всего предмета. Динамика ощупывающих движений рук, количество участвующих в ощупывании пальцев, скорость их движения, моменты остановок — все это определяется особенностями формы предмета. Для осязательного восприятия характерно выделение «точек отсчета», относительно которых осуществляется построение целостного образа, все элементы формы соотносятся с этими точками, что обеспечивает ее адекватное отражение, равно как отражение пропорций и положения предмета в пространстве. При зрительном восприятии происходит также выделение опорных точек, или точек отсчета, к которым время от времени возвращается глаз.

Сходство движений руки и глаз состоит и в том, что наряду с функцией построения образа они выполняют также и функцию измерения, которая осуществляется преимущественно посредством прослеживающих движений. В пользу этого положения говорит следующее: найдена прямая зависимость между расстоянием, которое необходимо пройти глазу, и скоростью (Ярбус, 1965); аналогичная зависимость найдена между величиной и скоростью графических движений (Ломов, 1959). Выявлена зависимость между расстоянием, которое необходимо пройти глазу, и временем. Наиболее отчетливо эта зависимость обнаруживается в пределах фoveального поля зрения, где скорость движения глаз относительно постоянна. Нечто сходное наблюдается при пассивном осязании, в условиях движения предмета по руке с определенной скоростью (Ананьев, Веккер, Ломов, Ярмоленко, 1959). Обнаружена прерывистость прослеживающих движений, причем чем выше требования к измерительной функции руки, тем больше проявляется дискретность и неравномерность ее движения. Прерывистость характерна и для саккадических движений глаз, каждое из которых выступает как самостоятельная единица, совершающаяся за определенное время, с определенной скоростью. Дискретность движений руки и глаз вытекает из самой сути акта измерения, которая состоит в количественном дроблении пространства.

Общим в характеристике осязания и зрения является наличие корректирующих и контролирующих движений. Корректирующие движения глаз совершаются в форме дрейфа. При неточном саккадическом движении, когда глаз совершает «недолет» или «перелет» цели, коррекция совершается медленными скользящими дви-

жениями. Контролирующие движения глаз возвращают его к уже осмотренным участкам предмета и как бы позволяют убедиться в правильности восприятия и узнавания (В. П. Зинченко, 1956). В процессе осязания целям контроля и коррекции служат также возвратные движения пальцев, каждый элемент контура прощупывается дважды или трижды (Ананьев и др., 1959).

В исследованиях, посвященных сравнительному анализу осязания и зрения, было показано, что при ознакомлении с предметом происходит «развертывание» ориентировочно-исследовательских движений: движения руки довольно беспорядочны, хаотичны, глаз следует за движением руки. По мере ознакомления с предметом происходит сокращение, свертывание ориентировочно-исследовательских движений. Движения руки по контуру сменяются движениями глаз, которые с каждым последующим предъявлением фигуры становятся все менее и менее заметными. Сокращается время ощупывания и осмотра, сокращается амплитуда отдельных движений, увеличивается их скорость (В. П. Зинченко, Ломов, Рузская, 1959). В исследовании, направленном на выделение собственно перцептивных и опознавательных действий, было показано, что опознавательные действия являются не только более быстрыми и менее развернутыми, чем перцептивные, но и производными от перцептивных действий. Опознавательные и перцептивные действия в условиях задачи на ознакомление и узнавание различаются по внешнему рисунку, степени развернутости, темпу и скорости их осуществления (В. П. Зинченко, Лаврентьева, Рузская, 1962). Проблема взаимоотношений осязания и зрения нередко сводилась к вопросу о том, какое из этих чувств является ведущим. Видимо, в зависимости от задачи и от степени овладения действием ведущий и ведомый могут меняться местами. Так, например, было показано, что зрительное ознакомление и узнавание дает во много раз лучшие результаты, чем осязательное, но в то же время нужно отметить, что зрительно-осязательное ознакомление дает более высокие результаты, чем только зрительное. Познавательные, гностические функции руки возникают и формируются под руководством зрения, в свою очередь, рука учит глаз предметности окружения (В. П. Зинченко, Рузская, 1962).

Все перечисленные факты говорят о сходстве функций руки и глаза в процессах зрительного и осязательного восприятия. Сохраняется ли это сходство в процессе осуществления исполнительных действий или формы их взаимодействия меняются? Что дает рука зрению не только как орган осязания, а как орган манипулятивного и практического действия? Какова роль зрения в формировании манипулятивных и практических действий? Нам представляется, что поставленные вопросы могут быть рассмотрены в исследовании, направленном на изучение процесса формирования пространственных действий, к описанию которого мы и переходим.

### III.2.1. Соотношение компонентов сенсомоторного действия в процессе формирования сложного пространственного действия

Мы предположили, что одновременная запись движений руки и глаза, разложенных на свои пространственные составляющие, позволит получить новые данные о порядке формирования сложных зрительно-моторных взаимодействий. Исследование проводилось на экспериментальном стенде, обеспечивающем совместную регистрацию движений руки и глаз (см. главу II.2).

Перед испытуемыми, как и в описанных ранее экспериментах, ставилась задача: оперируя ручкой-манипулятором, возможно точнее провести управляемое пятно по определенному маршруту, точно совмещая его с каждым элементом этого маршрута (см. рис. 2, а). Маршруты строились таким образом, что при переходе от одного элемента матрицы к другому принимали участие три составляющих (XYZ) движения. Матрицы различались количеством элементов, которых в разных маршрутах было 2, 4 или 6. Ходом эксперимента управляла ЭВМ «М-6000», которая по команде экспериментатора в соответствии с программой подсвечивала стартовый квадрат, цвет которого указывал испытуемому траекторию его перемещения. После совмещения управляемого пятна с каждым элементом матрицы данного маршрута испытуемый нажимал на кнопку (отметка времени), расположенную на ручке управления под указательным пальцем. Прохождение заданной

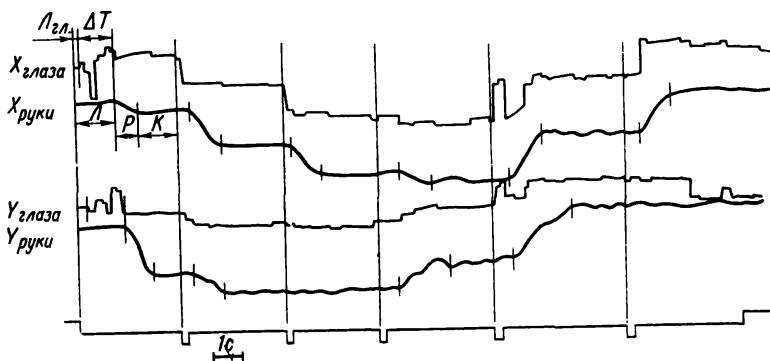


Рис. 12. Образец записи движений руки и глаз

траектории всегда шло по часовой стрелке. Движения глаз и руки, разложенные на свои составляющие (XYZ — руки и XY — глаза) записывались на ленту полиграфа и магнитный регистратор. На отдельном канале регистрировались временные отметки испытуемых о совмещении управляемого пятна с элементами матрицы и сигнал от ЭВМ о начале движения по маршруту. Образец записи показан на рис. 12.

В качестве объекта исследования был взят процесс решения испытуемым сложной двигательной задачи, включающей в себя семейство пространственных действий.

Задача исследования состояла в выявлении возможной функциональной взаимосвязи между глазодвигательной активностью и выделенными стадиями (латентной, реализации и контроля) целостного действия в процессе выработки навыка управления видимым сигналом с помощью трехступенного манипулятора. В исследовании принимали участие четверо испытуемых, не имеющих навыка работы на описанном экспериментальном стенде. С каждым из них было проведено по 5 экспериментов, в каждом из которых по 50 проб. Процесс формирования навыка в подобной ситуации подробно описан в ряде работ (Гордеева и др., 1975, 1977; см. также главу II.3.1. настоящей книги). Здесь же акцент ставился на анализе взаимодействия регулирующего и исполнительного звена в процессе освоения сложного пространственного действия (Гордеева, В. П. Зинченко, Ребрик, 1978).

Электромагнитная регистрация позволила получить как траекторные, так и временные характеристики движений глаз, а в сочетании с пространственно-временной записью движения руки дала возможность на одной временной оси соотнести выделенные стадии движения руки с глазодвигательной активностью и проанализировать, каким образом различные виды движений глаз соотносятся с этапами формирования и реализации сложного пространственного действия.

Сравнительный качественный анализ движений руки и глаз на разных этапах овладения двигательным навыком позволил выявить общие закономерности изменения исследуемых параметров:

1. По мере овладения двигательным навыком сокращается как общее время выполнения действия, так и длительность каждой выделенной стадии целостного действия, а также продолжительность периода глазодвигательной активности.

2. Время латентной, программирующей стадии действия прямо пропорционально величине и сложности маршрута движения.

3. При прохождении любого маршрута латентное время движения руки при переходе со стартовой позиции на первый элемент маршрута в 3—5 раз превышает время латентной стадии перехода между любыми другими пунктами данного маршрута, а разница оказывается тем больше, чем сложнее маршрут движения (исключение составляет первый десяток проводок, где разница эта минимальна).

4. Общая последовательность включения фаз движения руки и глаз всегда одинакова: после подачи сигнала зарегистрирован латентный период движения руки и глаз, который сменяется периодом глазодвигательной активности ( $\Delta T$ ), после чего начинается движение руки (см. рис. 12).

5. Показатель  $\Delta T$ , характеризующий величину глазодвигатель-

ной активности, предшествующей движению руки, тем больше, чем сложнее маршрут движения.

6. Ориентировочно-исследовательские поступательно-возвратные скачки глаз наблюдаются только во время латентной стадии движения руки.

7. По мере овладения навыком управления происходит трансформация движений глаз, афферентирующих перемещение руки, из прослеживающих скачков они превращаются в скачки, опережающие движения руки (рис. 13, а, б).

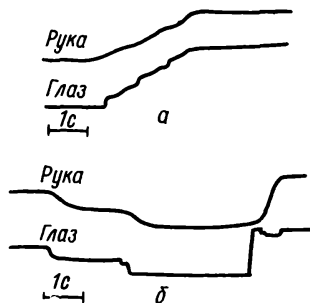


Рис. 13. Афферентирующие движения глаз:  
а — прослеживающие скачки глаз; б — опережающие скачки глаз

Регистрация движений глаз при выполнении пространственного действия может быть информативной только тогда, когда можно дать функциональную характеристику глазо двигательного поведения на каждой из выделенных стадий действия. В исследовании наблюдающиеся движения глаз были разделены на два функционально различных класса. Первый — ориентировочно-исследовательские движения: к ним относятся движения глаз, регистрируемые только в латентной стадии движения руки. Эти движения по своим биомеханическим особенностям делятся на два

типа: поступательно-возвратные — с амплитудой  $3-6^\circ$ , и поступательные — с амплитудой  $2-3^\circ$ , которые непосредственно предшествуют движению руки.

Функция ориентировочно-исследовательских движений глаз состоит в формировании сенсомоторного образа пространства и планировании движения по всему маршруту.

Ко второму классу относятся движения глаз, афферентирующие перемещения руки. По своим биомеханическим особенностям они также делятся на два типа: дрейф и малоамплитудные скачки с амплитудой  $0,5-2^\circ$ , сопровождающие движения руки, и скачки к цели, опережающие на  $50-100$  мс движения руки, имеющие амплитуду  $7-8^\circ$ . Функция афферентирующих движений глаз состоит в сличении и коррекции заданной программы движения с реальной ситуацией и в установлении масштабного соответствия между движением руки и перемещением управляемого лянна на экране.

Сравнительный анализ индивидуальных данных свидетельствует о том, что наряду с выявленными общими качественными закономерностями имеется и некоторый разброс в количественных данных, который объясняется в основном разной степенью освоения данного вида деятельности и в значительно меньшей степени индивидуальными различиями испытуемых. Этапы освоения действия проявляются в изменении количественных и качест-

венных показателей выделенных стадий целостного действия, в характеристиках показателя  $\Delta T$ , а также в типе ориентировочно-исследовательских и афферентирующих исполнительное действие движений глаз.

На начальных этапах обучения у испытуемых, не владеющих навыком управления манипулятором, во время латентных стадий движения руки при переходе к каждому следующему элементу наблюдается большое число движений глаз, пересекающих тестовую матрицу. Эти движения относятся по преимуществу к поступательно-возвратному типу. На стадии реализации у испытуемых наблюдаются афферентные прослеживающие движения глаз, сопровождающие исполнительное действие руки. По мере выработки навыка постепенно сокращается число поступательно-возвратных движений глаз. Они сохраняются лишь во время латентной стадии первого перехода, т. е. до начала движения руки. Этому соответствует и сокращение латентных периодов движения руки каждого перехода на элемент матрицы; в меньшей степени сокращается первый латентный период. Поступательно-возвратные скачки глаз трансформируются в поступательные, непосредственно предшествующие исполнительному действию. В свою очередь, при хорошо сформированном навыке афферентные прослеживающие движения глаз трансформируются в движения, опережающие исполнительное действие. После опережающего скачка глаз фиксирует цель до окончания исполнительного действия руки, т. е. до совмещения управляемого пятна с соответствующим элементом матрицы.

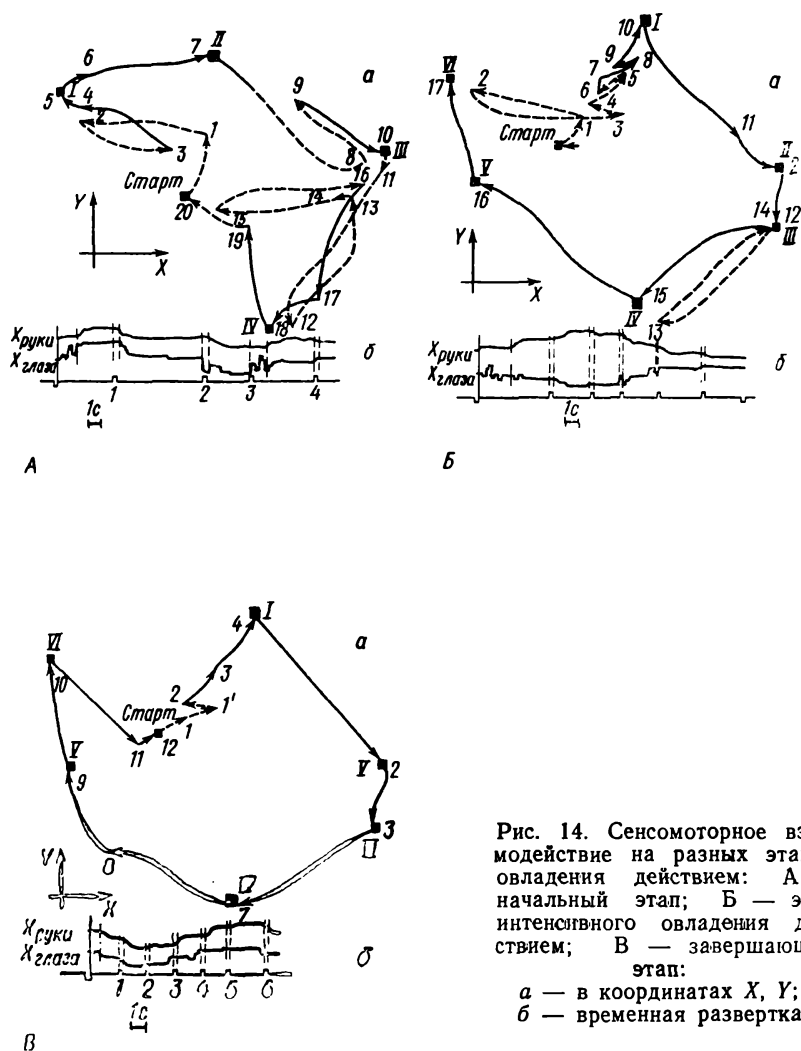
Ниже на примере данных одного испытуемого, представляющих собой типичную картину динамики научения, будут охарактеризованы важнейшие этапы формирования и освоения сложных пространственных действий. У испытуемого, строящего сенсомоторный образ пространства, в котором ему предстоит работать, ориентировочные поступательно-возвратные движения глаз наблюдаются в латентный период движения руки при каждом переходе (рис. 14, а).

На этом рисунке показаны записи движений руки и глаз. Остановимся на интерпретации приведенных на рисунке данных. Во время латентной стадии движения руки зафиксированы 4 ориентировочно-исследовательских скачка глаз с длительностью фиксаций соответственно 130, 140, 200, 350 мс. Движение руки, начавшееся через 200 мс после четвертого скачка, осуществляется со скоростью 6 см/с; при этом скорость управляемого пятна на экране индикатора равна 24 см/с (соответственно выбранному коэффициенту передачи 1:4). При подходе к первому элементу матрицы скорость движения руки резко падает, появляются малоамплитудные, медленные корректирующие движения.

Через 300 мс после подачи испытуемым сигнала совмещения с первым элементом матрицы одновременно с движениями глаз начинается движение руки со скоростью, равной 1 см/с. Глаз от-



слеживал медленно перемещающееся пятно, затем через 350 мс после начала движения руки глаз совершил скачок 6 на промежуточную точку маршрута, скорость движения руки при этом увеличилась и составила 6 см/с. Движения глаз замедляются и отстают от движения руки, затем следует скачок 7, сменяющийся плавным прослеживанием со скоростью, равной  $2^\circ/\text{с}$ , при этом рука совер-



шает корректирующие движения в окрестностях второго элемента матрицы. Через 300 мс после совмещения с ним зафиксировано 2 ориентировочных скачка глаз 8 и 9 и сразу же после последнего

начинаются совместное движение руки со скоростью 3,5 см/с и движения глаз со скоростью 2,5°/с, отслеживающие управляемое пятно до момента совмещения с третьим элементом матрицы. Во время латентной стадии движения руки при переходе с третьего на четвертый элемент зарегистрировано 6 ориентировочных скачков со средней длительностью фиксации, равной 300 мс. После шестого скачка начинается совместное движение руки (со скоростью 1,5 см/с) и глаза; через 600 мс после начала движения руки глаз совершает скачок 17, одновременно скорость движения руки увеличивается до 7,5 см/с. Через 400 мс после него скорость движения руки падает до 0, затем фиксируется последний скачок на цель, после чего продолжается движение руки со скоростью 7 см/с.

В окрестностях четвертого элемента матрицы рука совершает медленные корректирующие движения при фиксации его глазом. Такое обилие ориентировочных поступательно-возвратных движений глаз, пересекающих в разных направлениях тестовую матрицу, в сочетании с большим количеством движений руки, идущих по отдельным составляющим и также пересекающих в различных направлениях матрицу, свидетельствует о фазе активного овладения пространством, в том числе и о построении сенсомоторного образа рабочего пространства. Кроме того, испытуемый на этом этапе еще не в состоянии построить единую программу последовательности движения по маршруту в целом, поэтому каждое дискретное перемещение руки превращается для него в отдельное, самостоятельное действие. По функциональной значимости совместные промежуточные фиксации руки и глаза между элементами матрицы, видимо, аналогичны найденным в исследованиях осязания «точкам отсчета», относительно которых осуществляется построение целостного образа.

Описанное взаимодействие руки и глаза на начальном этапе овладения действием представляет собой типичный пример сенсомоторного взаимодействия. До тех пор пока глаз посредством малоамплитудных прослеживающих скачков или дрейфа сопровождает движение руки, скорость ее перемещения очень мала — 1—1,5 см/с. Но как только глаз совершает опережающий скачок на цель или промежуточную позицию, скорость движения руки резко возрастает и составляет 7—8 см/с (см. рис. 13). Во время сопровождающих движения руки движений глаз происходит сличение и корректировка заданной программы с реальной ситуацией, а также отыскивается масштабное соответствие между движением руки и скоростью перемещения на экране. На завершающем этапе овладения действием отсутствуют корректировочные движения глаз, а наблюдаются опережающие скачки глаза на цель и следующее за ними баллистическое движение руки.

В течение первых десятков проб (от 10 до 30 у разных испытуемых) наступает частичная редукция ориентировочно-исследовательских движений глаз. Они сохраняются лишь во время ла-

тентной стадии первого перехода, а также при переходе на четвертую или пятую позицию данного маршрута, когда совершаются один или два скачка.

Проанализируем следующий этап, этап активного овладения действием, продолжительность которого в среднем 50 проб (см. рис. 14, б). После получения сигнала о начале движения во время латентной стадии движения руки зарегистрировано 6 ориентировочно-исследовательских скачков глаз со средней длительностью фиксаций 350 мс. Во время фиксации продолжительностью в 850 мс, наступившей после шестого скачка, зафиксированы медленные прощупывающие движения руки со скоростью 1 см/с, подводящие управляемое пятно к точке фиксации, после чего рука останавливается. Глаз во время второй (промежуточной) остановки руки совершает три ориентировочных скачка в направлении намеченной цели, после чего наблюдается медленное движение руки к точке фиксации, затем следует последний скачок на первый элемент и уверенное движение руки со скоростью, равной 6 см/с. За время последней фиксации, длящейся 200 мс, наблюдаются корректирующие малоамплитудные движения руки со скоростью перемещения 1 см/с. При переходе на второй и третий элементы матрицы зафиксированы скачки глаз, опережающие движения руки. В латентное время движения руки при переходе на четвертый элемент отмечено два поступательно-возвратных скачка в направлении к цели. Во время фиксации, следующей за 14-м скачком, начинается медленное движение руки к цели, а через 100 мс после начала движения происходит скачок глаза на цель, после чего скорость движения руки возрастает в 8 раз. При переходе на пятый и шестой элементы матрицы тактика движений руки и глаз такая же, как при переходе на второй и третий элементы, а именно: опережающий скачок глаза на элемент матрицы, куда должно быть совершено движение, и через 400 мс движение руки со скоростью 6—8 см/с, при этом скорость перемещения пятна по экрану индикатора составляет 24—32 см/с.

Надо сказать, что наличие большого числа ориентировочно-исследовательских скачков глаз, предшествующих прощупывающим движениям руки во время первого перехода, свидетельствует о том, что для активизации сенсомоторного образа и программы последовательности движения по маршруту, построенных в общих чертах за время предшествующих реализаций, требуются все же значительные усилия. Наличие одиночного ориентировочно-исследовательского скачка во время латентной стадии движения руки при переходе с третьей на четвертую позицию объясняется тем, что, хотя в целом программа последовательности движения была построена в латентный период первого перехода до начала движения руки, требуется ее доработка и корректировка, так как действие еще недостаточно освоено.

Последний этап освоения действия характеризуется тем, что поступательно-возвратные или поступательные движения глаз со-

храняются только во время латентного периода первого перехода. Во время латентных стадий движений руки при любых других переходах наблюдаются лишь афферентирующие, опережающие скачки глаз. Скорость движения руки достигает 14 см/с (см. рис. 14, в). Этот этап характеризуется тем, что действие осуществляется уже на основе полностью сформированного сенсомоторного образа. На его же основе строится программа последовательности движения по всему маршруту. Построение программы последовательности происходит во время латентной стадии первого перехода и более не корректируется. Движения отличаются четкостью и слаженностью, величина зрительных фиксаций минимальна, а время одного перехода составляет 1,5—2 секунды.

Таким образом, примерно за 70—100 проб в результате активных перцептивно-моторных взаимодействий испытуемые научаются строить программу последовательности (план действия) движения по маршруту. На последующих этапах обучения отрабатываются собственно моторные компоненты действия, его скоростные и точностные характеристики.

Итак, результаты проведенного исследования, целью которого было установление зависимости между регулирующим и исполнительным звеньями в процессе формирования пространственного действия, убедительно показали, что, во-первых, сенсомоторный образ пространства и программа последовательности (план действия) строятся на основе активных ориентировочно-исследовательских действий, развернутых как в регулирующем, так и в исполнительном (эксперимент с инверсией) звене сенсомоторного акта. Во-вторых, только после того, как построен образ пространства, начинается отработка собственно моторного компонента действия. В-третьих, по мере освоения действия происходит не только свертывание ориентировочно-исследовательской деятельности, функция которой направлена уже не на построение, а на актуализацию образа пространства и программы действий, но и трансформация скачков глаза, афферентирующих движения руки, которые из прослеживающих на этапе освоения действия превращаются в опережающие движения руки скачки глаз. Функционально значимые черты сходства между рукой и глазом проявились и в описанном исследовании. Они выразились в наличии поисковых движений руки и глаза, выполняющих ориентирующую функцию; в наличии «точек отсчета», способствующих формированию целостного образа; в наличии измерительной функции движений руки и глаза, благодаря которой возможно установление масштабного соответствия между движением руки и движением управляемого пятна на экране; в наличии дискретных движений руки и глаза, своего рода отдельных квантов целостного действия, сохраняющих его основные свойства, т. е. имеющих в своем составе программу, реализацию и контроль; и, наконец, в наличии специальных корректировочных и контролирующих движений, обеспечивающих точное выполнение действия.

Отмеченные черты сходства не могут рассматриваться как случайные, поскольку образ может строиться как посредством исполнительных, практических действий, берущих на себя выполнение ориентировочно-исследовательских функций, так и посредством перцептивных действий в собственном смысле этого слова. Следует отметить, что черты сходства между структурами когнитивных и исполнительных действий характеризуют не только естественные исполнительные акты, но также распространяются на орудийные, инструментальные пространственные действия.

В сложных ситуациях, когда субъект не имеет опыта в построении требуемых исполнительных действий, по-видимому должно происходить выделение специальных этапов формирования образа таких ситуаций. Образ тогда строится посредством перцептивных действий. Именно эти действия в описанном только что исследовании осуществлялись с помощью различных типов движений глаз. Их регистрация помогла нам уточнить ряд существенных деталей процесса формирования сенсомоторного образа пространства. Но все же перцептивные действия, осуществляемые с помощью движений глаз, вплетались в ткань исполнительных действий, осуществлявшихся с помощью движений руки. Происходило как бы последовательное чередование перцептивных и исполнительных действий, их содружественное совершенствование, и после некоторого опыта научения их дифференциация стала затруднительной. Это означает, что экспериментальная ситуация, использованная в исследовании, оказалась все же недостаточно сложной для испытуемых и не требовала от них выделения специального, не связанного с исполнением этапа перцептивного обучения, итогом которого является формирование ее образа. Поиск такой сложной ситуации и выделение этапа «чистого» перцептивного обучения составляет одну из задач дальнейшего исследования.

### III.3. ХАРАКТЕР СЕНСОМОТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ СОВЕРШЕНИИ ПРОСЛЕЖИВАЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ

Выше отмечалось, что движения руки и глаза на первоначальных этапах построения осязательного или зрительного образа уподобляются форме обследуемого объекта. Однако в этом тезисе скрыто определенное противоречие. С одной стороны, речь идет о том, что образ строится, формируется, даже порождается. С другой стороны, в качестве средства построения, порождения образа указывается на процесс уподобления воспринимающих систем свойствам воздействия. В термине «уподобление» присутствует оттенок пассивности (ср. «повиновение предмету» — термин, также принадлежащий А. Н. Леонтьеву). Это противоречие (независимо от его четкого осознания) неоднократно пытались преодолеть, сравнивая результативность пассивного и активного осязания или пассивного и активного зрения. Разумеется, результаты неизмен-

но свидетельствовали в пользу активного процесса, хотя различия в биомеханическом рисунке движений в том и другом случае могли быть минимальны и движения носили тот же уподобительный характер. Возникает вопрос: как можно содержательно интерпретировать различия между активным и пассивным процессами, не обращая при этом к самонаблюдению испытуемых и таким их высказываниям, как скованность, отсутствие свободы, возможности возврата, которыми они характеризуют пассивное обследование? Поскольку поиск конструктивных моментов в самом процессе уподобления, пусть даже активного, вызывает серьезные методические трудности, мы решили построить принципиально другую схему эксперимента. Наш замысел состоял в том, чтобы лишить испытуемого возможности совершать непосредственные, диктуемые объектом обследования уподобительные движения глаз и заставить его конструировать форму предмета. Условно эту схему эксперимента можно назвать исследованием процесса конструирования зрительного образа. Для реализации этого замысла был использован прием искажения зрительной афферентации.

Другими словами, первая задача излагаемого исследования состояла в том, чтобы в максимально чистом виде выделить кон-

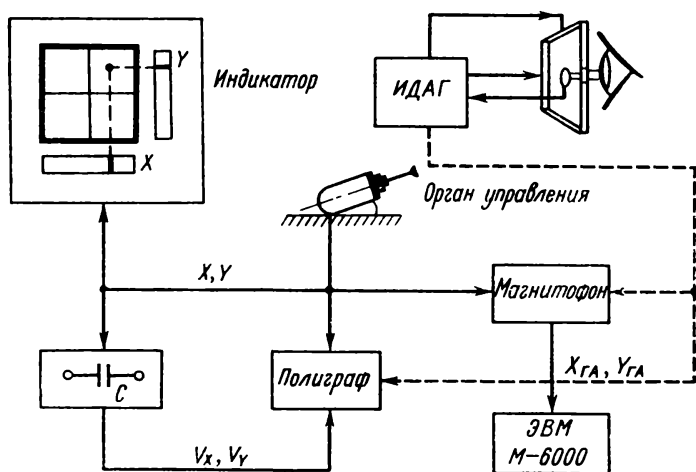


Рис. 15. Блок-схема экспериментального стенда

структивные (в противовес прослеживающим) функции движений глаз. Вторая задача состояла в установлении особенностей сенсомоторного взаимодействия в зависимости от полноты и характера зрительной афферентации при прослеживании траекторий различной формы и сложности.

Исследование проводилось на экспериментальном стенде, который включал экран  $70 \times 70$  мм и два шкальных индикатора со

световыми индексами, расположенные перпендикулярно друг к другу; 2-координатную ручку управления, при оперировании которой изменяется положение светового пятна (размером  $1,5 \times 1,5$  мм) на экране (рис. 15). Перемещению ручки управления по осям  $X$  и  $Y$  соответствовало перемещение пятна на экране с коэффициентом передачи 1:1. Расстояние до экрана 0,7 м.

В экспериментальный стенд входила установка, регистрирующая движения руки и глаза, которые разлагались на составляющие ( $X$ ,  $Y$  — руки и  $X$ ,  $Y$  — глаза) и записывались на ленту полиграфа и магнитный регистратор. Использование ЭВМ давало возможность с высокой точностью фиксировать величину и изменение скорости прослеживающих движений, величину отклонения от заданной траектории, а также изменение временных параметров движений по их составляющим.

Описанный экспериментальный стенд позволял регистрировать и анализировать пространственно-временные, точностные и скоростные характеристики инструментального действия на разных эта-

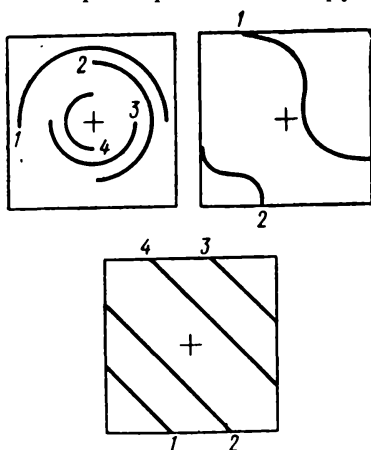


Рис. 16. Образцы тестовых матриц

пах их формирования как в нормальных условиях, так и в условиях нарушений зрительной афферентации.

В качестве тестового материала использовались траектории различной сложности, нанесенные на прозрачные слайды, которые наклеивались на экран (рис. 16).

Экспериментальный цикл состоял из 2 серий. В задачу первой входило исследование характера сенсомоторного взаимодействия при прослеживании тестовых траекторий управляемым пятном в условиях нормальной обратной связи; в задачу второй — исследование тех же ха-

рактеристик в условиях нарушенной обратной связи. Последнее достигалось тем, что управляемое пятно отключалось и контроль за точностью прослеживания траекторий испытуемые осуществляли по движению индексов на горизонтальной и вертикальной шкалах. Перемещение индексов точно отражало движение ручки управления, однако локализация положения отключенного пятна на экране была затруднена вследствие того, что индексы отражали его положение отдельно по координатам  $X$ ,  $Y$ . Всего было проведено 30 экспериментов по 50 проб в каждом.

Испытуемым (четверо сотрудников факультета психологии) ставилась задача: оперируя ручкой управления, как можно точнее проследить тест-траекторию, в одном случае ориентируясь на

движение управляемого пятна, в другом — ориентируясь на изменение положения индексов на шкалах.

Программа проведения экспериментов была следующей: испытуемый выставлял ручку управления так, чтобы пятно находилось в центре экрана, экспериментатор нажимал на кнопку пульта управления, и перед испытуемым на цифровом индикаторе, помещенном сбоку от основного экрана, высвечивалась цифра, обозначающая номер траектории. Получив команду, испытуемый подводил пятно к траектории, прослеживал ее и сбрасывал ручку управления. Сигнал экспериментатора, указывающий номер траектории, служил началом отсчета времени, концом служил сигнал сброса ручки управления. Регистрируемыми параметрами были: время стадий исполнительного действия; скорость прослеживания (максимальная и средняя); величина ошибки; количество больших, средних и малых скачков глаза в каждой стадии исполнительного действия.

Сравнительный анализ временных характеристик стадий действия при прослеживании диагональных траекторий позволил описать динамику происходящих в них изменений как в процессе выработки навыка в условиях нормы, так и в условиях нарушенной обратной связи. В норме динамика временных характеристик исполнительного действия в общих чертах сходна с динамикой, обнаруженной при изучении дискретных пространственных действий. Различие состоит в том, что в прослеживающих движениях функция стадии контроля и коррекции частично редуцирована. На этой стадии происходит только контроль за совершенным действием, а самостоятельные коррекционные движения в ней отсутствуют. Они обнаруживаются лишь в составе стадии реализации, становясь их неотъемлемой частью.

Сказанное относится лишь к сформированному дискретному движению. Его структура в период формирования, как было показано в III.II, сходна со структурой прослеживающих движений и характеризуется значительным весом когнитивного компонента в стадии реализации. При совершении дискретного движения в стадии реализации фиксируются движения большой амплитуды в направлении цели, которые сменяются движениями малой амплитуды (коррекционными) в области цели (стадия коррекции и контроля), функция которых — точное совмещение с объектом. При прослеживании вообще нет движений большой амплитуды, соответственно и скорость перемещения значительно меньше, чем в дискретном движении, которое не ограничено строго заданной траекторией. От испытуемого требуется конечное точное совмещение с целью. Малая амплитуда и скорость прослеживающих движений диктуется задачей, которая состоит в точном прослеживании траектории пятном малого диаметра. При этом траектория как бы квантуется на ряд отрезков, где увеличение скорости движения сменяется полной остановкой, затем отслеживается следующий участок траектории и т. д. (Белоховская и др., 1980).



Таблица 5

Временные характеристики по стадиям действия при прослеживании диагональных траекторий (средние данные в мс)

Вид работы	№ диагонали	1 диагональ			2 диагональ			3 диагональ			4 диагональ		
		Т <sub>лат</sub>	Т <sub>реал</sub>	Т <sub>контр</sub>	Т <sub>лат</sub>	Т <sub>реал</sub>	Т <sub>контр</sub>	Т <sub>лат</sub>	Т <sub>реал</sub>	Т <sub>контр</sub>	Т <sub>лат</sub>	Т <sub>реал</sub>	Т <sub>контр</sub>
Ориентация на видимое пятно	1	550	2200	550	750	4500	500	500	2200	850	550	5600	700
	4	350	1400	250	350	3100	300	300	1600	300	350	3200	350
	6	350	1400	300	300	3200	350	350	1500	300	350	3200	300
Ориентация на индексный шкал	1	1130	3150	1800	800	5800	2000	1100	2750	1300	1500	5400	1150
	3	800	2250	2000	800	4700	3100	1400	2250	1750	1200	5800	2400
	5	900	1700	1900	1100	3400	2250	1100	2000	1750	1150	3650	1950
	8	1000	1400	1200	900	2500	1500	1150	1500	1350	950	2400	1400

За шесть сеансов формирования навыка прослеживания диагональных траекторий в условиях нормы время латентной стадии уменьшилось от 2 до 1,4 раза, в среднем на 350 мс, время стадии реализации — от 1,8 до 1,4 раза, в среднем на 750 мс при прохождении малых диагоналей и на 1800 мс при прохождении больших. Время стадии контроля и коррекций сократилось соответственно от 2,5 до 1,6 раза. К концу обучения разница во времени стадии контроля и коррекций при прослеживании траекторий разной длины нивелируется, и время контроля становится равным в среднем 300 мс (табл. 5). Направление изменений исследуемых параметров в этой серии экспериментов в общих чертах аналогично изменениям, происходящим при формировании любого двигательного навыка.

Анализ сенсомоторного взаимодействия позволяет более полно разобраться в существе исследуемого процесса. В процессе выработки навыка наблюдается совместное с сокращением времени стадий действия сокращение количества скачков глаз. В условиях нормы зарегистрированы малоамплитудные (от 0,5 до 1,5°) прослеживающие, гностические движения глаз. Условиями задачи предусматривается точное прослеживание каждого участка траектории, и они же диктуют этот тип глазодвигательного поведения.

Анализ скоростных характеристик прослеживающих движений руки показал, что

и т. д. Траектория квантуется изолированно по каждой координате, что выражается в несовпадении во времени движений и остановок (рис. 17). Эта независимость особенно ярко проявляется в начале обучения. По мере обучения количество остановок

уменьшается в 3—4 раза и наблюдается большая согласованность скоростных параметров по составляющим движения. Действие становится пространственным и более точным.

Анализ записей движений руки и глаз на одной временной оси позволил установить, что каждому кванту движения руки предшествует афферентирующий малоамплитудный скачок глаза (рис. 18). Глаз фиксирует место на траектории, куда рука подводит световое пятно. Затем следует следующий скачок с последующей фиксацией, величина которой соответствует времени отслеживания видимым пятном этого участка траектории. На рисунке 19, а представлены записи движений глаз при прослеживании ди-

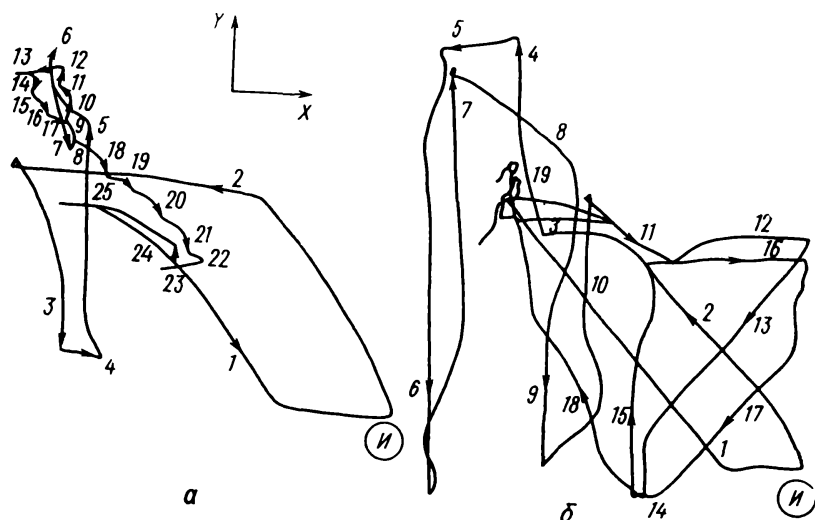


Рис. 19. Запись движений глаз при прослеживании диагональных траекторий в координатах  $X, Y$  видимым пятном (а) и в условиях ориентации на индексы шкал (б)

агональных траекторий в условиях работы с видимым пятном, иллюстрирующие описанный тип глазодвигательного поведения. Такой способ работы предполагает дробление траектории на ряд отрезков, каждый из которых прослеживается с помощью отдельных, вполне самостоятельных действий, имеющих свою программу, реализацию, контроль и коррекцию только что реализованной программы и, наконец, свою собственную зрительную афферентацию.

Подобный тип сенсомоторного взаимодействия мы наблюдали при исследовании дискретных движений лишь на начальных стадиях формирования навыка, когда путь до цели дробился на ряд

отдельных движений. При прослеживании в условиях нормы описанный тип сенсомоторного взаимодействия сохраняется на протяжении всей экспериментальной серии. Единственное изменение, которое было обнаружено, — это сокращение числа квантов и количества скачков глаза в процессе обучения.

Исследование динамики временных характеристик стадий прослеживающих движений в условиях нарушенной обратной связи выявило: значительное увеличение времени, приходящегося на когнитивные компоненты действия; нестабильность поведения временных характеристик латентной стадии и стадии контроля и коррекций и очень малый прогресс в обучении от первого эксперимента к последующим (см. табл. 5). Напомним, что с подобными явлениями мы сталкивались при изучении дискретных движений, совершающихся в усложненных условиях протекания действия, таких, как инверсия, динамические условия предъявления информации, «сбои», вводимые в различные моменты выполнения действия, и т. д. Это означает, что независимо от характера выполняемых задач изменения в структуре действия, выражающиеся в повышении удельного веса когнитивных компонентов, возникают в ответ на любые формы усложнения условий протекания действия.

Временные характеристики стадии реализации также претерпели значительные изменения: время реализации уменьшилось в среднем в 2,5 раза на больших траекториях и в 1,7 раза — на малых траекториях. Уменьшение времени стадии реализации при работе с нарушенной обратной связью немного больше, чем при работе в условиях нормы (см. табл. 5). Это происходит потому, что в условиях работы с нарушенной обратной связью ориентация осуществляется по индексам шкал и непосредственный контроль за прохождением траектории отсутствует, что, видимо, провоцирует увеличение амплитуды движений и их максимальной скорости.

Общее время, необходимое для отработки тест-траектории в условиях нарушенной обратной связи, по сравнению с условиями нормы возросло в зависимости от длины траектории соответственно в 1,2 и в 1,8 раза. Это увеличение, как отмечалось выше, произошло за счет повышения времени, приходящегося на когнитивные компоненты исполнительного действия.

При нарушении зрительной обратной связи количество остановок возрастает в 2—2,5 раза в сравнении с нормой, а суммарное время остановок увеличивается более чем в 10 раз. К концу обучения их количество сокращается, но все же остается несколько большим, чем при работе в условиях нормы.

Большое число остановок является показателем того, что в наиболее трудные периоды овладения действием происходит последовательное планирование и реализация прослеживающих движений. Пока действие еще не сформировано или осложнено условиями протекания, спланировать его целиком невозможно или чрезвычайно трудно. В подобных ситуациях происходит дробление траектории на части, а следовательно, и целостного действия на

отдельные дискретные движения, каждое из которых является вполне самостоятельным.

Сказанное служит подтверждением того, что возможны различные варианты планирования действия: независимое формирование программы каждого отдельного дискретного движения или планирование последовательности движений на ту или иную глубину (см. гл. II.2.3). Выбор того или иного варианта диктуется как внешними условиями, в которых совершается действие, так и внутренними, отражающими степень сформированности навыка.

Характер сенсомоторного взаимодействия в условиях работы с нарушенной обратной связью аналогичен описанному в условиях нормы: траектория также делится на ряд отрезков, каждому из которых предшествуют скачки глаза. По типу эти скачки относятся к поступательно-возвратным скачкам большой амплитуды ( $5-7^\circ$ ) и поступательным с амплитудой  $1,5-3^\circ$  (см. рис. 18, а, б). Поступательно-возвратные скачки пересекают тестовую матрицу в разных направлениях, при этом глаз фиксирует изменения положения индекса на горизонтальной и вертикальной шкалах. За время прослеживания траектории глаз совершает 30—40 скачков, то попеременно фиксируя положения индексов на шкалах, то фиксируя точку пересечения на экране индикатора, затем снова фиксируя положение индекса и вновь возвращаясь к требуемой траектории.

По мере тренировки скачки становятся все более упорядоченными, их количество уменьшается до 15—20 (см. рис. 19, б). Этому соответствуют увеличение скорости оперирования органом управления, сокращение времени прослеживания и уменьшение величины отклонения от тест-траектории, которая только в отдельных случаях становится соизмеримой с величиной отклонения в условиях нормы. В условиях работы с ориентацией на шкалы время контроля по сравнению с нормой увеличивается в 5—7 раз. И хотя испытуемые не совершают коррекционных движений, но тем не менее они и не сбрасывают ручку управления. В течение этой стадии глаз совершает 5—7 скачков небольшой амплитуды, как правило, поступательно-возвратных в зоне окончания движения на траектории или 2—3 скачка большой амплитуды, когда глаз фиксирует положение индексов на шкалах. Функция этих скачков — контроль за совершенным действием.

Анализ точностных характеристик прослеживающих движений свидетельствует о значительном увеличении как ошибки отклонения от тест-траектории (до 1,5—2 см), так и разброса при работе в условиях с нарушенной обратной связью по сравнению с нормой. При работе с видимым пятном наблюдается практически безошибочная работа с минимальным разбросом: отклонения от траектории не превышают величины пятна. По мере выработки навыка работы в условиях нарушенной обратной связи величина отклонения от тест-траектории значительно уменьшается, однако ее среднеквадратический разброс остается на достаточно высоком уровне.

Обращает на себя внимание то, что отклонения больше в начальной части траектории, что, видимо, связано с актуализацией перцептивного образа, необходимого для решения данной конкретной задачи. Это, в свою очередь, вызывает некоторую дискоординацию составляющих движения, которая нивелируется при дальнейшем прохождении траектории, когда перцептивный образ уже может выступать в качестве регулятора исполнительных действий. Задача прослеживания траектории при ориентации на индексы достаточно сложна, и условия работы настолько необычны, что сразу актуализировать адекватный сенсомоторный образ не представляется возможным. Можно предположить, что для полной актуализации образа и программ движения необходим некоторый период начальной инициации и реализации движения.

Следующая часть экспериментов была направлена на выявление динамики исследуемых характеристик при прослеживании дугообразных траекторий в тех же режимах работы. Направление изменения анализируемых параметров шло аналогично описанному при исследовании диагоналей. Отмечен и сходный тип сенсомоторного взаимодействия. Работа с видимым пятном также характеризовалась наличием малоамплитудных скачков глаз, предшествующих движению руки. Изменение режима работы привело к изменению характера глазодвигательной активности. Вместо про-

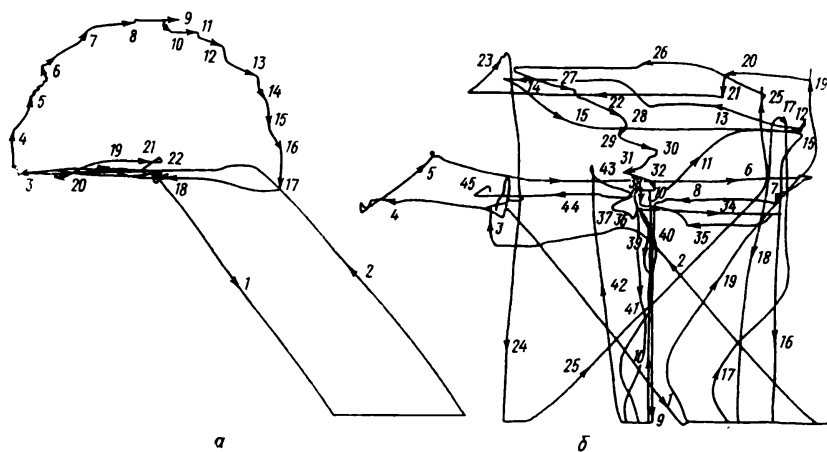


Рис. 20. Запись движений глаз при прослеживании дугообразных траекторий с видимым пятном (а) и в условиях ориентации на индексы шкал (б)

слеживающих движений небольшой амплитуды ( $0,5-1,5^\circ$ ), идущих строго по контуру траектории, появились скачки большой амплитуды ( $5-7^\circ$ ), проходящие через тестовую матрицу и фиксирующие положение индексов на шкалах (рис. 20, а, б).

В зависимости от условий работы характер сенсомоторного взаимодействия меняется, хотя ведущая роль зрения в исследуемых сенсомоторных актах сохраняется неизменной.

Третья часть экспериментов была выполнена на траекториях синусоидальной формы. Так как направление изменений исследуемых параметров в общих чертах шло аналогично изменениям, зарегистрированным при исследовании диагональных и дугообразных траекторий, целесообразно остановиться на анализе последнего эксперимента, в котором попеременно варьировались условия работы. Анализ результатов этого эксперимента представляет практический интерес, так как условия его проведения имитируют реальные условия работы оператора, когда на фоне работы в условиях нормальной обратной связи может возникнуть необходимость кратковременного перехода к работе в ситуации с нарушенной обратной связью (рис. 21).

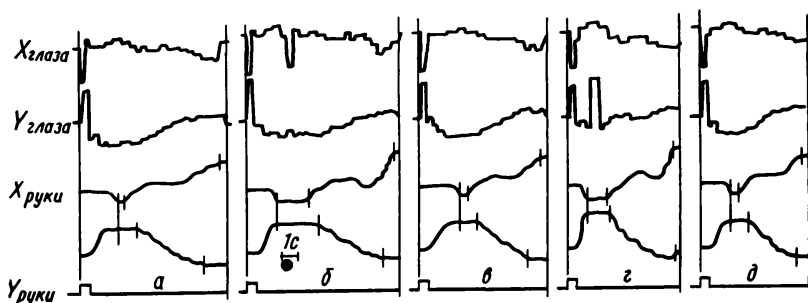


Рис. 21. Запись движений руки и глаз при прослеживании синусоидальных траекторий в условиях попеременной работы в двух режимах:

а, в, д — с видимым пятном; б, г — по индексам шкал

При сопоставлении временных характеристик прослеживания выявлено некоторое увеличение в среднем на 500 мс в начале обучения времени стадии реализации в условиях ориентации на индексы шкал по сравнению с условиями ориентации на видимое пятно. К концу эксперимента эти различия нивелируются. Иначе ведет себя время латентной стадии. При переходе к работе с ориентацией на индексы шкал оно неизменно и значительно (в 2,5—3 раза) возрастает по сравнению с работой в условиях нормы и становится равным в среднем 1,5 с. Это увеличение времени объясняется необходимостью актуализации образа, сформированного в условиях работы с видимым пятном, и принятия решения о возможности его использования при выполнении задачи с новыми внешними средствами деятельности. Речь идет именно о возможности его использования, да и то лишь для инициации движения. Об этом свидетельствует наличие ориентировочно-исследовательских

возвратных скачков глаз, перемежающихся длительными фиксациями. Эти данные соизмеримы с результатами изложенного выше исследования дискретных движений (гл. III.2.1). Достройка образа и приобретение им регуляторных функций происходит во время остановок (когнитивных вкраплений) в стадии реализации.

Анализ прослеживающих движений при отработке синусоидальных траекторий показал, что при движении по траектории происходит попеременное переключение движения с одной координаты на другую. Переход от одной координаты к другой вызывает значительное отклонение от траектории, которое невозможно полностью нивелировать. Процесс приобретает колебательный волнообразный характер.

При работе с нарушенной обратной связью обнаруживаются те же тенденции, что и при работе с видимым пятном, однако картина этих движений выглядит более хаотической, нет такой четкой последовательности включения в работу отдельных составляющих движения. Подобная картина прослеживания синусоидальных траекторий существенным образом отличается от прослеживания диагональных траекторий, где задача диктует совместное перемещение по координатам в плоскости  $XU$ .

Глазодвигательное поведение при прослеживании синусоидальных траекторий видимым лучом характеризуется увеличением амплитуды скачков и длительности фиксаций. Этому соответствует и увеличение квантов движения руки (особенно в начале и конце траектории) по сравнению с диагональными и дугообразными траекториями, хотя характер глазодвигательной активности аналогичен полученному при исследовании диагоналей и дуг (ср.: рис. 22, *а* с 19, *а* и 20, *а*). При работе с ориентацией на шкалы наблюдаются существенные различия в глазодвигательном поведении при прослеживании диагональных, дугообразных и синусоидальных траекторий. Если при прослеживании диагональных и дугообразных траекторий зарегистрировано значительное число скачков большой амплитуды, пересекающих тестовую матрицу (от траектории к шкалам), то при прослеживании синусоидальных траекторий имеется всего 2—3 возвратных скачка большой амплитуды либо на одну, либо на обе шкалы (рис. 22, *б*, *г*). Причем эти скачки фиксируются только в латентной стадии движения и в стадии контроля после окончания движения. В период собственно прослеживания траекторий нет попыток зрительного соотнесения положения воображаемого пятна с положением индексов на шкалах. В зоне траектории наблюдается большое число скачков (10—15) большой амплитуды, перемежающихся скачками малой амплитуды с длительными временем фиксации. Видимо, необходимость смены координат при прослеживании траектории создает иллюзорное впечатление легкости прохождения траектории, напоминающей знак  $Z$ . При попеременной работе (переход от нарушенной обратной связи к норме) глазодвигательное поведение почти не меняется, хотя оно существенно отличается от того, что,



наблюдалось при первых попытках прослеживания синусоиды при работе с видимым пятном (см. рис. 22а, в). Иначе говоря, мы имеем дело с явлением отрицательной интерференции, выражающейся в ухудшении всех анализируемых показателей: это и увеличение времени реализации, и падение скорости прослеживания, и увеличение разброса, и падение точности выполнения действия.

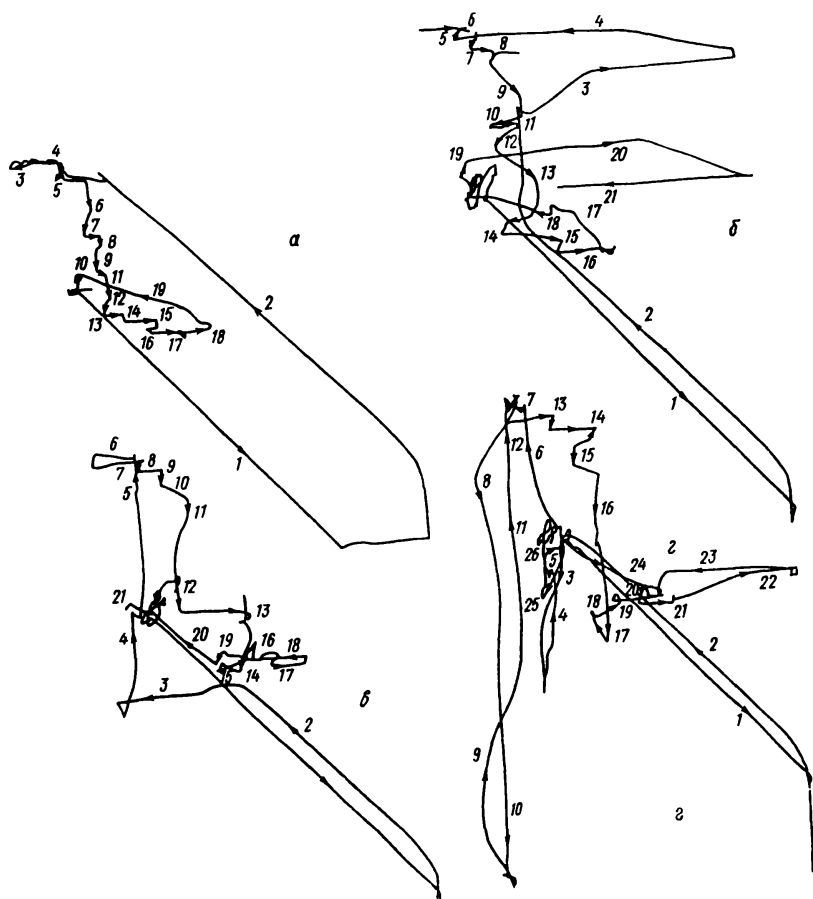


Рис. 22. Запись движений глаз при прослеживании синусоидальных траекторий в координатах  $X$ ,  $Y$  в условиях попеременной работы в двух режимах: а, в — с видимым пятном; б, г — по индексам шкал

Скоростные характеристики при прослеживании синусоидальных траекторий достаточно стабильны в разных режимах работы, заметно лишь небольшое падение средней скорости осуществления действия при переходе к условиям нарушенной обратной связи. В то же время сопоставление средней скорости прослежива-

ния диагональных и синусоидальных траекторий показывает уменьшение скорости в 1,5 раза при прослеживании последних. Абсолютная величина ошибки в условиях работы с нарушенной обратной связью в 2—3 раза больше по сравнению с нормой.

Итак, анализ сенсомоторного взаимодействия при прослеживании различных траекторий показал, что характер глазодвигательного поведения при работе с видимым пятном остается неизменным при любых формах траектории. При работе в условиях нарушенной обратной связи форма траектории диктует различные типы глазодвигательной активности. Тип глазодвигательной активности, найденный при прослеживании диагональных и дугообразных траекторий, характеризуется тем, что каждому кванту движения руки предшествуют скачки большой амплитуды. С их помощью глаз фиксирует изменения положения индекса на шкалах (см. рис. 19 и 20). Второй тип наблюдается при прослеживании синусоидальных траекторий. Он характеризуется тем, что скачки большой амплитуды наблюдаются только в когнитивных стадиях действия. В моторной стадии действия движения глаз — прослеживающие, антиципирующие кванты движения руки, они сходны по своим характеристикам с движениями глаз, которые зафиксированы при работе с видимым пятном.

Можно предположить, что при прослеживании синусоидальной траектории в условиях нарушенной обратной связи происходит попеременное включение в работу разных координат движения (координата  $X$  сменяется координатами  $XU$ , затем координатой  $Y$  и т. д.). Построение ее отчетливого перцептивного образа — регулятора двигательного поведения — задача достаточно трудная. Значительно легче построить стилизованную, схематическую основу образа синусоидальной кривой, представляющую знак  $Z$ . В результате происходит подмена реального образа синусоиды его «скелетной» схемой, и именно она выступает в роли регулятора движения по траектории. Это приводит к тому, что сложное движение превращается в цепь элементарных операций (движение по  $X$  переходит в движение по  $XU$  и затем снова по  $X$ ), кажущаяся простота которых провоцирует появление афферентационных прослеживающих движений глаз, характерных для работы с нормальной обратной связью. Но это ощущение оказывается иллюзорным.

Поскольку зрительная система представляет собой существенную часть управляющего звена действия, число степеней свободы в ней должно быть не меньшим, чем в звене исполнительном. И если топологические категории, которыми оперирует зрительная система, необходимы для принятия решения, то метрические необходимы для реализации действия. Можно предположить, что переход зрительной системы от топологических категорий к метрическим представляет собой ограничение числа степеней свободы зрительного образа, необходимое для успешной регуляции действия (В. П. Зинченко, Вергилес, 1969). При наличии нор-

мальной обратной связи происходит вполне естественный переход от топологических к метрическим категориям, что и обеспечивает высокую эффективность действия. В условиях нарушенной обратной связи при прослеживании наиболее сложной синусоидальной траектории испытуемые ориентируются не столько на индексы шкал, в положении которых содержится необходимая информация об истинной метрике фигуры, сколько на сложившуюся у них схематическую основу образа, содержащую по преимуществу топологические категории. Отсюда и кажущаяся простота задачи отслеживания этой траектории и как следствие — ухудшение всех анализируемых характеристик действия.

Во всех случаях работы в условиях нарушенной обратной связи были получены довольно низкие значения точности слежения. Для повышения точности была предпринята попытка ввести в процесс формирования навыка специальный этап перцептивного обучения.

Перцептивное обучение проводилось после окончания работы в условиях нормы и предшествовало работе в условиях нарушенной обратной связи. Обучение строилось следующим образом. Экспериментатор, ориентируясь на другой, скрытый от испытуемого экран, прослеживал видимым пятном различные траектории тестовой матрицы, при этом видимое пятно на экране, расположенном перед испытуемым, было отключено и он мог ориентироваться только по движениям индексов на шкалах. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы определить, какая из траекторий была предъявлена. Отличие этой серии от серий с нарушенной обратной связью заключалось в том, что испытуемый, зрительно отслеживая траекторию, не совершал при этом управляющих воздействий.

Перцептивное обучение состоит в формировании (или выборе) перцептивного действия, адекватного заданному предмету. Уже на первом этапе овладения перцептивным действием начинается построение образа предъявленной фигуры, при этом строящийся образ непрерывно соотносится с оригиналом. Построение перцептивного образа на первых порах требует развернутых действий и представляет для испытуемого специальную и трудную задачу. Об этом говорит большое число ошибок (около половины от всех полученных ответов).

Во время прослеживания траекторий, задаваемых экспериментатором, наблюдалось до 30 скачков глаз, имеющих амплитуду  $5-7^\circ$  и пересекающих экран в разных направлениях. При этом глаз фиксировал положение индексов на горизонтальной и вертикальной шкалах (рис. 23).

До тех пор пока испытуемые не освоили предъявлявшиеся фигуры, у них наблюдались очень длинные периоды постэкспозиционного анализа и осмысления. Длительность временного интервала от момента окончания экспериментатором движения до ответа испытуемого была в 2—2,5 раза больше времени, необходи-

мого для прослеживания траектории, и составляла 15—20 с. Вместо скачков глаз большой амплитуды наблюдались прослеживающие движения глаз малой амплитуды (0,5—1,5°). С их помощью глаз как бы прослеживает отсутствующие траектории по сложившемуся в предшествующей работе еще достаточно смут-

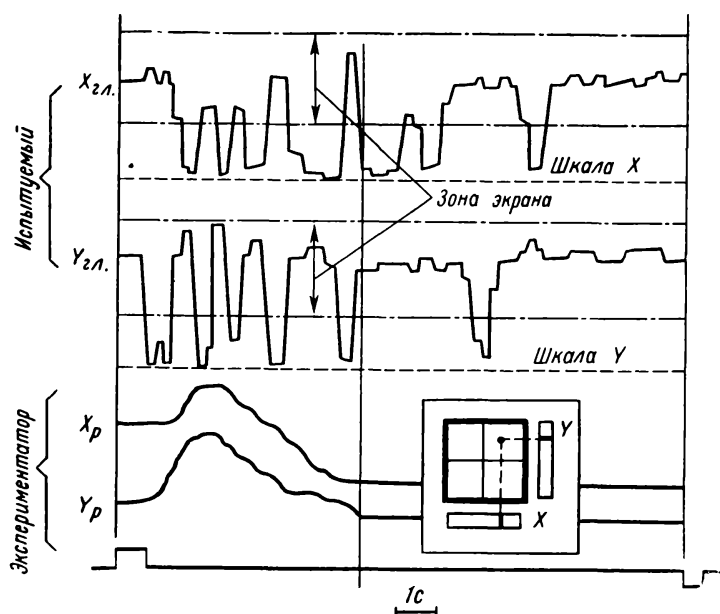


Рис. 23. Характер глазодвигательной активности в процессе перцептивного обучения

ному образу. Движения идут, как правило, в обратном направлении — от конца к началу траектории, перемежаясь при этом одиночными скачками большой амплитуды в направлении шкал и центра экрана.

По мере обучения наблюдается уменьшение количества скачков глаз: как во время прослеживания траектории, так и во время подготовки ответа. Глазодвигательное поведение меняется: из хаотического оно становится упорядоченным. Сначала определяется положение индексов на шкалах, а затем находится точка их пересечения на прогнозируемой траектории, т. е. строится вектор перемещения. Время, необходимое для подготовки ответа, сокращается в 2—2,5 раза, ошибки полностью исчезают.

Итак, во время перцептивного обучения испытуемые освоили перцептивные действия, адекватные стоящей перед ними задаче. На их основе сформировался перцептивный образ, являющийся

ядром сенсомоторного образа, необходимого для регуляции исполнительного акта. Они приобрели навык безошибочного определения траектории и построения вектора перемещения по движениям индексов на шкалах, что положительно сказалось на скорости и точности исполнительных действий.

Напомним, что в условиях перехода от работы с видимым пятном к работе с ориентацией на шкалы без предварительного перцептивного обучения испытуемый одновременно решает несколько сложнейших задач, куда входят и освоение перцептивных действий, и построение перцептивного образа ситуации, и построение вектора перемещения по движению индексов, и отработка моторной программы прослеживания траектории по этому вектору. Вполне естественно, что время реализации сильно возрастает, скорость оперирования органом управления падает, растет количество остановок; траектория дробится на большое количество отрезков, что, в свою очередь, вызывает уменьшение амплитуды перемещения. В сериях с предварительным перцептивным обучением колебание исследуемых характеристик при переходе к режиму работы с ориентацией на шкалы значительно меньше.

Результаты проведенного исследования дают основание заключить, что перцептивное обучение значительно улучшает показатели всех параметров движения и повышает эффективность работы в целом. Это улучшение наблюдается не только в первые моменты перехода к работе с нарушенной обратной связью, но и на протяжении всего периода дальнейшей тренировки. В процессе перцептивного обучения отдельно формировалась когнитивная сфера будущего сенсомоторного действия. Такое разделение сенсомоторного процесса привело при переходе к исполнительной деятельности к увеличению скорости и точности движений, уменьшению времени реализации и суммарного времени остановок, сокращению количества квантов движения и уменьшению среднеквадратического разброса величины ошибки.

Резюмируя результаты исследований, изложенных в настоящем параграфе, можно сказать, что нам удалось найти такую экспериментальную ситуацию и соответственно такую задачу, для решения которой требовалась раздельная отработка когнитивных и исполнительных компонентов сенсомоторного действия. Более того, в исследовании была обнаружена не только уподобительная (прослеживающая или следящая) функция движений глаз, но и конструктивная в собственном смысле этого слова. Она выступила в наиболее отчетливой форме в ситуациях работы испытуемых с нарушенной обратной связью, когда от испытуемых потребовалось формирование особого класса перцептивных действий, которые мы с полным правом можем назвать конструктивными перцептивными действиями.

В целях более детального выяснения роли перцептивных действий в формировании образа целесообразно использовать ход рассуждений, в известной мере аналогичный тому, который был

применен Н. А. Бернштейном для выяснения роли сенсорных коррекций в регуляции движений. Вследствие множества степеней свободы ни один сенсорный импульс, ни одно раздражение само по себе не может однозначно определить возникновение адекватного образа восприятия. Здесь необходима коррекция, исправляющая неизбежные ошибки и приводящая образ в соответствие с оригиналом. Однако если такой образ будет материализован лишь во внутренних процессах организма (в состояниях рецептора и коркового конца анализатора), то сопоставление его с оригиналом окажется невозможным и, таким образом, требуемая коррекция не сможет осуществиться. Следовательно, нужна экстерниоризация отражательного процесса, которая и происходит в виде уподобительных или конструктивных перцептивных действий. Подобно тому как двигательное поведение субъекта может согласовываться с условиями задачи лишь благодаря сенсорной коррекции, адекватность восприятия обеспечивается в конечном счете коррекцией эффорторной.

Овладение системой перцептивных действий требует специального обучения и достаточно долгой практики. Существенно, что как сами перцептивные действия, так и критерии адекватности образа не остаются неизменными, а проходят значительный путь развития вместе с развитием самой деятельности.

Всякий раз, когда либо меняется поле деятельности, либо осваивается новый вид деятельности и сформированный ранее образ становится неадекватным, процесс восприятия вновь превращается из одноактного в сукцессивный и совершается с помощью развернутых перцептивных действий, что было достаточно убедительно показано в нашем исследовании. На базе вновь сложившегося перцептивного образа начинается процесс формирования сенсомоторного образа, который включает в себя стадию построения образа реальной ситуации и стадию построения образа, точнее — программы конкретных исполнительных действий. На основе последних, наконец, складывается сенсомоторный образ, выступающий регулятором исполнительного действия, который сам является постоянно становящейся структурой.

#### III.4. О СООТНОШЕНИИ БИОДИНАМИЧЕСКОЙ И ЧУВСТВЕННОЙ ТКАНИ В ПРОЦЕССАХ ПОСТРОЕНИЯ ОБРАЗА И ДЕЙСТВИЯ

Исследования, изложенные в главе, были направлены на то, чтобы показать, что образ и действие представляют собой единую динамическую систему, детерминируемую предметным содержанием и задачами деятельности.

По мере формирования образа наблюдается трансформация строящих его исполнительных и перцептивных действий. И те

и другие первоначально осуществляются посредством разнонаправленных движений, имеющих большую амплитуду. Эти движения перемежаются длительными остановками. Функция движений состоит в прощупывании, зондировании рабочего пространства. Это прощупывание осуществляется во многих направлениях, число которых заведомо избыточно по отношению к местоположению цели. На следующем этапе формирования образа движения становятся более упорядоченными, их амплитуда резко сокращается и с их помощью прощупывается не столько рабочее пространство, сколько находится требуемая траектория в этом пространстве. Это пробующие движения, идущие в направлении цели.

На первых этапах формирования действия и формирования ориентирующего образа трудно дифференцировать исполнительные и перцептивные действия. Однако и те и другие поставляют «строительный материал» для создания перцептивного образа пространства и образа требуемого маршрута.

Перцептивные и исполнительные действия способствуют тому, что ранее пустое перцептивное пространство наполняется биодинамической и чувственной тканью и трансформируется в сенсомоторное пространство.

Необходимо отметить, что формирование сенсомоторного образа основано как на исполнительных действиях, создающих «каркас», схему образа, так и на перцептивных действиях, обогащающих эту схему. И те и другие в обычных условиях, естественно, представляют собой единый процесс, итогом которого является образ пространственного моторного поля и образ потенциально возможных действий в этом поле (ср. с «внутренней картиной движения»). Функциональное своеобразие исполнительных и перцептивных действий можно обнаружить в специальных экспериментальных условиях при использовании достаточно чувствительных индикаторов, которые были описаны в настоящей главе.

Так, например, зрительные перцептивные действия, направленные на освоение перцептивно-моторного пространства и на формирование обобщенного плана решения двигательной задачи, наблюдаются преимущественно во время латентной стадии движения руки. Эти перцептивные действия осуществляются посредством ориентировочно-возвратных скачков глаза, имеющих большую амплитуду. Другими словами, перцептивные действия, направленные на овладение пространством, происходят во время первой когнитивной фазы исполнительного действия. Они выполняют также и функцию организации собственно моторной фазы целостного действия. Однако, как указывалось выше, сами исполнительные акты вносят существенный вклад в формирование образа. Чем проще решаемая задача и чем большим опытом обладают испытуемые в ее решении, тем труднее обнаруживаются функциональные различия между перцептивными и исполнительными действиями. Напротив, в сложных ситуациях необходима специальная организация перцептивного обучения. Такая организация

позволяет избежать отрицательной интерференции между когнитивными и моторными компонентами исполнительного действия.

Как отмечалось выше, адекватность образа не дана изначально, она достигается благодаря тому, что в процессе формирования образа происходит его уподобление объекту, создание адекватного отражения ситуации с помощью перцептивных действий. По этому поводу А. Н. Леонтьев писал: «Продукт, к которому теперь стремится деятельность, актуально еще не существует. Поэтому он должен регулировать деятельность в том случае, если он представлен для субъекта в такой форме, которая позволяет сопоставить его с исходным материалом (предметом труда) и его промежуточными преобразованиями. Более того, психический образ продукта как цели должен существовать для субъекта так, чтобы он мог действовать с этим образом, видоизменять его в соответствии с наличными условиями» (Леонтьев, 1977, с. 126).

Формируемый образ пространства должен обладать известной мерой абстрактности, что позволяет ему быть относительно инвариантным к конкретному разнообразию заполняющих пространство реальных объектов и более эффективно выполнять роль регулятора по отношению к тому или иному классу исполнительных действий. Объем этого класса, разумеется, ограничен: сформированный образ не может быть пригодным для всех случаев жизни. Нашим испытуемым пришлось строить новый или перестраивать старый образ пространства, с тем чтобы научиться оперировать органом управления в новых экспериментальных условиях. Но, будучи построен, он оказывается инвариантным к некоторому множеству исполнительных актов. В контексте инженерно-психологических исследований зрительного восприятия используется термин «оперативное поле зрения» (Гиппенрейтер, 1964). Смысл его состоит в том, что зрительная система обладает возможностью настройки на видимые размеры объектов, заполняющих поле восприятия. Эта способность лишь косвенно связана с предметным содержанием этих объектов. По аналогии с этим можно говорить и об оперативном образе пространства, инвариантном довольно широкому множеству видимых размеров и скоростей перемещения реальных объектов. Иными словами, образ пространства в функции регулятора исполнительных действий не содержит в своей «чувственной ткани» конкретных особенностей реальных объектов, пусть даже послуживших основой его формирования. Сформировавшийся образ обладает большим числом латентных свойств, которые обнаруживаются в том, что он оказывается пригодным для регуляции новых нестандартных действий. Обладая динамическими свойствами, образ пространства способен ассимилировать самое различное реальное предметное окружение. Но способности ассимиляции и инвариантность образа не безграничны. Сплошь и рядом он может оказаться непригодным для регуляции пространственных действий в новой ситуации, как это было в ситуациях инверсии и искаженной обратной связи. Вот



тогда и возникает проблема либо перестройки, либо построения нового образа, адекватного изменившимся задачам, образа, способного стать регулятором деятельности. Конечно, границы инвариантности еще предстоит выявить, но наши результаты свидетельствуют об их подвижности.

Отношения между образом и действием — это не константные, прочные, раз навсегда закрепленные отношения, а внутреннее, динамические отношения процессов, сравнимые с отношениями между мыслью и словом в понимании Л. С. Выготского (1934, с. 316). Действие и образ — это подвижно связанные процессы, каждый из которых обладает значительным числом степеней свободы. Связи и переходы между ними наиболее рельефно выступают при изучении их в развитии (онтогенетическом и функциональном). Едва ли можно сомневаться в том, что образ служит регулятором действия, а действие является средством построения образа. Но это, между прочим, означает и то, что образ переходит в действие, а действие переходит в образ.

Единство образа и действия обнаруживается в сходстве между процессами построения движения и процессами формирования образа. Речь идет именно о сходстве, а не о тождестве, так как между этими процессами, конечно, имеются различия в функциональной направленности, в реализующих их механизмах и специфических свойствах. В частности, образ, понимаемый как процесс, обладает большими динамическими характеристиками по сравнению с действием. Он более подвижен, что и дает ему возможность служить эффективным регулятором действия. Однако абсолютизация различий между образом и действием (равно как и пренебрежение образными явлениями) нанесла психологии немалый урон, о чем достаточно красноречиво свидетельствует история нашей науки. «Изгнание» образных явлений из сферы психологического исследования привело к трансформации предмета в стимул, а действия в реакцию.

Утверждение тезиса о единстве образа и действия предполагает выявление того основания, на котором это единство зиждется. Результаты описанных исследований дают новые доказательства гипотезы о том, что такое единство строится и развивается на базе живого движения. В первой главе приводились аргументы в пользу гетерогенности живого движения, которая, в частности, выражается в том, что оно обладает не только биодинамической, но также и чувственной тканью. Последняя представляет собой двигательный опыт, сохраняющийся после завершения движения и участвующий в построении нового движения. Чувственная ткань — это симультанный слепок (схема) или застывшая биодинамическая ткань (большого или меньшего числа реализованных движений). Учет гетерогенности движения, равно как и гетерогенности ощущения (образа), невозможность разделения движения и чувствительности на ранних этапах развития живых существ, которому соответствует отсутствие специализированного анатомо-

морфологического аппарата для осуществления движения и для его регуляции и ориентации, заставляют думать, что биодинамическая и чувственная ткань имеют единый источник и представляют собой две стороны единого целого. Рассмотрим это подробнее на примере зрительного образа.

В зрительном восприятии выделяют два типа структур: пространственную, связанную с локализацией объектов в координатах трехмерного пространства окружающего мира, и структуру проксимальной стимуляции, соотносимую с анатомическими координатами сетчатки. В специальных исследованиях (например, в процедурах исследования микрогенеза зрительного образа или в процедурах стабилизации изображения относительно сетчатки) возможна демонстрация относительной независимости этих структур друг от друга, хотя в реальном акте восприятия они взаимосвязаны. Обе структуры характеризуются и определенными иконическими свойствами. Иконические свойства этих структур составляют чувственную ткань образа (и сознания), которая, как правило, слита с предметным содержанием воспринимаемой действительности. Пространственная структура образа складывается в результате предметных действий субъекта благодаря преобразованию биодинамической ткани движения в чувственную ткань пространственного образа. По мере его формирования он наполняется предметными свойствами, «облекается» чувственной тканью и совместно с ней сливается с предметной действительностью. Сказанное справедливо по отношению к чувственной ткани, связанной по своему происхождению с биодинамической. Сложнее обстоит дело с чувственной тканью, связанной по своему происхождению со свойствами проксимальной стимуляции. Можно предположить, что этот тип чувственной ткани не обладает изначально предметными (и соответственно картинными) свойствами. Они приобретаются по мере того, как она сливается с пространственной структурой образа и вместе с ней экстериоризуется во внешнем пространстве. После такого слияния образ выступает как интегральное целое.

Следовательно, движение и свет в одинаковой мере выступают в качестве «строительного материала» зрительной пространственной картины мира. Более того, обе формы чувственной ткани становятся обратимыми. При формировании пространственного образа ведущую роль играет чувственная ткань, имеющая своим источником движение, действие — на первых порах практическое, а затем и перцептивное (Запорожец и др., 1967). В сформированном образе ведущее положение занимает чувственная ткань, имеющая своим источником проксимальную стимуляцию. При построении движения осуществляется обратный перевод, т. е. чувственная ткань образа трансформируется в биодинамическую ткань движения.

Многие годы для теории перцептивных действий, равно как и для гипотезы уподобления, объясняющей возможный механизм

чувственного отражения, камнем преткновения было распространение этой теории на восприятие перцептивных категорий, которые, как казалось тогда, не требуют участия моторных звеньев перцепции. Приведенные рассуждения и накапливающиеся экспериментальные данные позволяют распространить основные положения теории перцептивных действий и на восприятие таких, так сказать, не моторных перцептивных категорий, как свет и цвет.

Движение как изначально, так и в конечном счете представляет собой как бы субстанцию образа. И если верно положение о том, что деятельность умирает в продукте, то точно так же должно быть верно положение о том, что образ умирает, а точнее, воплощается в деятельности, чтобы возродиться вновь в превращенной посредством деятельности же форме после ее завершения. Именно поэтому образы обладают свойством открытости (В. П. Зинченко, Вучетич, Гордон, 1973).

Чувственная ткань пространственного образа, связанная по своему происхождению с биодинамической тканью, начинает выступать в качестве регулятора новых исполнительных действий. Осуществление последних вновь приводит к трансформации биодинамической ткани в чувственную, к расширению и фиксации в образе все новых и новых свойств предметной действительности, к расширению пространства возможностей действия в этой действительности.

Дальнейшая эволюция образа состоит в трансформации пространственного образа в перцептивные схемы, в значения, в символы. В последних усиливается элемент абстрагирования от реальности и соответственно уменьшается удельный вес биодинамической и особенно чувственной ткани.

Образы и движения действительно представляют собой морфологические объекты, функциональные органы регуляции поведения<sup>2</sup>. Подобная единая трактовка движений, образов, установок и чувств как функциональных органов индивидуальности, сложившаяся в трудах А. А. Ухтомского, Н. А. Бернштейна, А. В. Запорожца, облегчает выявление не только их генеза и развития, но также и тех взаимоотношений, которые складываются между ними в их развитых формах.

Полнота построения и функционирования органов индивида определяется практическими и познавательными задачами. При этом между различными функциональными органами, участвующими в решении тех или иных задач, могут наблюдаться достаточно сложные взаимодействия и взаимоотношения. Привычно думать, что формирование пространственного, целостного, предметного, константного образа объекта или ситуации предшествует принятию решения и осуществлению действия. Образ, обладаю-

---

<sup>2</sup> Ср. с высказыванием Гегеля: «для того, чтобы духовная индивидуальность оказывала воздействие на тело, она сама, как причина, должна быть телесной» (1959, с. 174).

ший подобными свойствами, действительно необходим для принятия решения о целесообразности действия. Но такой образ имеет весьма ограниченные возможности регуляции предстоящего или текущего действия. Он должен быть преобразован или перестроен в интересах действия. Эта перестройка идет в направлении его декомпозиции и дезинтеграции, выделения в нем отдельных перцептивных категорий, таких, как пространство, движение, истинная (а не константная) величина, форма и т. п. И каждая из этих категорий требует построения отвечающих ее свойствам моторных программ. Но процессы композиции образа, принятия решения, декомпозиции и построения программ требуют времени, а действие может быть срочным.

Вполне вероятно и другая возможность. Процесс композиции может идти своим чередом, а параллельно ему может протекать процесс построения моторных программ, т. е. одновременно идти подготовка к действию. И будут или не будут реализованы эти программы — зависит от принятого решения.

Известно, что деятельность оператора начинается с анализа информационной модели реальной обстановки, на основании которой строится собственная образно-концептуальная модель ситуации, затем следуют этап принятия решения и этап организации моторного ответа, завершающийся исполнительным действием. Целесообразная разумная деятельность не может осуществляться по схеме немедленного обслуживания, она требует для своего осуществления активных перцептивных действий, результатом которых в интервале между воздействием и исполнительным действием являются сложнейшие преобразования, направленные на формирование адекватного данной конкретной ситуации образа, могущего стать регулятором разумного, а не импульсивного поведения, на формирование или актуализацию моторных программ, на организацию самого исполнительного действия. Это в полной мере выступило в изложенном исследовании.

## Микроструктурный анализ моторного компонента действия

### IV.1. РОЛЬ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В РЕГУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЯ

Выше речь шла о том, что психологическая наука достаточно медленно переходила от абстракции простого движения к конкретности и реальности сложного предметного действия. Но все же несмотря на появление достаточно расчлененных представлений о когнитивных компонентах действия, таких, как образ-регулятор, программа, контроль и т. д., до настоящего времени сохраняются взгляды на моторный компонент действия как на сравнительно элементарное образование. Задача исследований, излагаемых в настоящей главе, состоит в том, чтобы подвергнуть детальному анализу моторный компонент целостного действия.

Напомним, что в исследованиях, изложенных в предыдущей главе, в качестве методического приема, позволившего развернуть во времени процесс формирования образа, использовались различные формы нарушения и искажения обратной связи. Аналогичным образом этот же методический прием был использован для микроструктурного анализа моторного компонента действия. Поэтому изложению собственных результатов целесообразно предпослать краткий очерк истории и современного состояния исследований о роли обратных связей в регуляции движения.

Впервые представления об обратной связи как средстве регуляции движений зародились в конце XIX века.

В 1890 г. В. Джемс предположил, что средством, соединяющим цепные рефлексy, является периферическая обратная связь, которая, возникая от одной части движения, вызывает следующую его часть. В 1893 г. русский психолог Н. Н. Ланге писал о том, что внешнее раздражение, приходящее в высший нервный центр, преобразуется в двигательный импульс, который распространяется на нижележащие двигательные центры и далее на мышечные аппараты; но это лишь первый этап процесса, за которым следует центростремительная импульсация, сообщая об эффекте, вызванном действием центробежного импульса. Этот обратный импульс вызывает дальнейший центробежный нервный процесс, повторяющий, корректирующий, усиливающий или ослабляющий первоначальный эффект. Это, писал Н. Н. Ланге, круговая реакция (см. также: А. Н. Леонтьев, 1976).

Несколько лет спустя Р. Вудворте (1899) опубликовал исследование быстрых произвольных движений человека. Интерпретируя результаты, он пришел к заключению о существовании двух фаз движения. Первая фаза определяется первоначальной программой и не зависит от зрительной обратной связи. Вторая фаза совершается с учетом зрительной афферентации и обеспечивает точность движения.

А. А. Ухтомский в статье «Доминанта как фактор поведения» (1927), описывая принцип афферентной регуляции движения, по сути дела сформулировал положение о рефлекторном кольце: «рефлекс А вызывает определенное мышечное возбуждение; мышечное возбуждение создает чувствующие стимулы для центров. Отсюда — новая рефлекторная дуга вступает в работу. Но эта новая рефлекторная дуга одновременно с этим возбуждает свою мускулатуру. Мускулатура эта опять дает для центров сенсорные стимулы, — и цепь, однажды сдвинувшись, продолжается далее надолго» (см.: Ухтомский, 1950, т. 1, с. 298—299).

В начале 30-х годов Н. А. Бернштейн и П. К. Анохин, видимо, независимо друг от друга, но несомненно оба под влиянием идей А. А. Ухтомского соединили две рефлекторные дуги в рефлекторное кольцо и ввели близкие по смыслу понятия сенсорной коррекции и обратной афферентации. Понятие обратной связи стало общепринятым после появления в 1948 г. известной книги Н. Винера «Кибернетика».

Признание роли обратной связи в построении и управлении движением положило начало преодолению абстракции простого движения и дало импульс к построению большого числа моделей, описывающих двигательное поведение на основе представлений о замкнутом контуре регулирования. В самых общих чертах в этих моделях предусматриваются следующие функции обратной связи: восприятие и передача обратной связи от текущего ответа на компаратор; обнаружение ошибки в текущем ответе за счет сравнения обратной связи с представлением о результате требуемого движения; исполнение соответствующих коррекционных движений на основе обнаруженных ошибок. Корректирующее движение должно быть произведено так, чтобы ошибка, обнаруженная во время  $t_1$ , была бы уточнена и исправлена к моменту  $t_2$ , который вычисляется  $t_2 = t_1 + \Delta t$ . Величина  $\Delta t$  характеризует период от восприятия информации об ошибке и до совершения движения, исправляющего эту ошибку. Таким образом, обратная связь представляет собой основу функционирования коррекционного механизма и необходимое условие достижения точности исполнительного действия.

Существуют различные виды обратных связей: зрительная, слуховая, проприоцептивная, тактильная и т. д. Естественно, что они вносят неодинаковый вклад в организацию движений различного вида. Например, вклад тактильной афферентации наиболее значим при совершении осязательных движений и почти отсут-

ствуется при бросковых баллистических; вклад зрительной афферентации возрастает при совершении точных прицельных движений, в отсутствии же зрительной афферентации повышается роль кинестетической и т. д. Вклад обратной афферентации значим не только на завершающих этапах движения, но, что не менее важно, и в процессе совершения движения.

В современных моделях построения движений обязательно присутствует специальный механизм, ответственный за оценку, коррекцию и контроль совершаемого действия. Этот механизм у различных авторов носит разные названия, выполняет различный набор функций, и, что, пожалуй, главное, имеются различные представления о его природе.

Согласно одним взглядам, в основе коррекционного механизма лежат следы памяти. Эти взгляды наиболее последовательно и полно представлены в моделях П. К. Анохина (1979); Е. Н. Соколова (1969); Дж. Адамса (1971). Адамс называет этот механизм «перцептивным следом»; Анохин — «акцептором действия»; Соколов — «нервной моделью стимула». Все указанные авторы считают, что в основе формирования коррекционного механизма лежит многократное подкрепление или повторная стимуляция. Прочность следов зависит от числа проб. Основная функция коррекционного механизма состоит в сличении и оценке прогнозируемого и реально достигнутого результата. Их несовпадение приводит к разворачиванию ориентировочно-исследовательских, или, по Дж. Адамсу, вербально-двигательных, реакций, а совпадение вызывает завершающую стадию. Эта стадия названа Дж. Адамсом двигательной. На ней обратная связь вновь сравнивается с прочным перцептивным следом. Согласно П. К. Анохину, «действие становится «санкционированным» только в том случае, если обратная афферентация от него окажется адекватной возбуждениям акцептора действия» (1979, с. 336). Иными словами, действие каждый раз должно приспосабливаться к акцептору, и только в случае совпадения «санкционирующая афферентация» прекращает действие.

Согласно другим взглядам в основе коррекционного механизма лежат определенные формы активности. Наиболее отчетливо эти взгляды представлены в моделях Н. А. Бернштейна (1961; 1966), Р. Пью (1974), Р. Шмидта (1976). Согласно Н. А. Бернштейну коррекционные процессы осуществляет «прибор сличения». В его функции входят сличение, оценка, восприятие расогласования между «текущей рецепцией и представленным в какой-то форме в центральной нервной системе внутренним руководящим элементом» (Бернштейн, 1966, с. 243). Сигнал о расогласовании является основанием для формирования коррекционных импульсов. В приборе сличения могут вырабатываться коррекционные сигналы, вызванные расогласованием не только между заданным и текущим значениями параметра, но и между положением элемента в текущий момент и его «свежим следом»,

в «порогово-малых» временных интервалах, порядка  $0,07—0,12$  с, т. е. «текущая микрорегуляция движения развертывается все время между настоящим моментом  $t$  и границами микроинтервала от  $t - \Delta t$  («свежие следы») до  $t + \Delta t$  (опережение зольвертов) (Бернштейн, 1961, с. 136).

Для успешного выполнения движения в приборе сличения должна, во-первых, вырабатываться информация, основанная на рассогласовании и обеспечивающая передачу эффекторных коррекционных сигналов. Во-вторых, в информации о реализации участка движения содержится и «побудительная импульсация», адресованная задающей системе и стимулирующая ее к организации очередного микроэлемента программы. В-третьих, рецепторная информация и оценка могут выступить «как побудители к приспособительной перестройке самой программы». Подобная перестройка часто бывает необходима ввиду того, что при совершении движения под влиянием непредвиденных факторов оно может сбиться с запрограммированного пути и его невозможно исправить «коррекционными импульсами, направленными на восстановление прежнего плана движения» (Н. А. Бернштейн, 1961, 135). В этом случае необходима перестройка программы действия. И, наконец, еще одна особенность коррекционного процесса, осуществляемого прибором сличения, — это коррекции предваряющего антиципирующего характера. Антиципирующие коррекции присущи движениям баллистическим, в которых нет коррекций следящего типа, функционирующих по ходу осуществления движения. Суть антиципирующей коррекции состоит в сличении ожидаемого, требуемого результата с фактическим результатом, полученным от движения, которое уже произошло и которое уже невозможно исправить. Однако сигнал рассогласования может быть использован при организации программы следующего движения. Можно предположить, что в силу многообразия задач, решаемых прибором сличения, он имеет уровневую организацию.

В теории схем Р. Шмидта (1976) за оценку продуцируемой движением обратной связи и выработку информации об ошибке движения ответственна «узнающая память». Узнающая память, или схема, является связующим звеном между начальными условиями, сенсорными последствиями и фактическими результатами. При каждом исполнении попарно сравниваются сенсорные последствия со знанием о результате, что способствует формированию узнающей схемы.

При совершении нового движения схема вырабатывает ожидаемые сенсорные последствия. В случае совершения быстрого движения эти последствия сопоставляются с действительными, на основании чего выявляется ошибка, которая может нивелироваться при следующем исполнении. В случае медленного движения ошибка, полученная от сопоставления ожидаемых и действительных сенсорных последствий может нивелироваться по ходу движения. Узнающая схема не предполагает хранения сенсорных



последствий для каждого движения, совершенного в прошлом. Функционирование ее предусматривает различные формы активности, связанной с выработкой и сравнением ожидаемых и действительных сенсорных последствий и устранением возникающих рассогласований и т. д.

Важнейшим компонентом в схеме управления движениями, предложенной Р. Пью (1974), является «компаратор сигналов». В нем представлена информация о цели, которую можно рассматривать как вариант ожидаемых сенсорных последствий; знание о результате совершаемого движения, представленного в виде обратной связи от различных сенсорных модальностей зрения, слуха, проприорецепции. Компаратор осуществляет функции сличения, сравнения ожидаемых сенсорных последствий с действительными, а также функции коррекции. В зависимости от времени совершаемого движения ошибка, полученная в результате сравнения, может быть откорректирована либо в процессе этого же движения (текущая коррекция), либо может служить основанием для корректировки программы следующих за этим движений.

В рассмотренных концепциях коррекционный механизм основан не столько на слефообразовании, сколько на активных процессах. Наиболее важная форма активности связана с участием коррекционного механизма в перестройке программы (плана) действия. Иными словами, коррекционный механизм в трактовке Н. А. Бернштейна и др. выполняет не только функции, связанные с воспроизведением движений, но участвует также в перестройке программы (плана), т. е. в построении новых движений и действий.

Указанные функции осуществляются при помощи различных видов обратных связей, важнейшими из которых являются следующие:

1. Внешняя обратная связь, т. е. информация, получаемая из окружения как не прямое следствие сокращения мышц, т. е. связь, получаемая от динамики управляемого объекта через экстерорецепторы. Часто этот тип обратной связи называют «знанием о результате».

2. Информация, получаемая до осуществления ответа от различных функциональных компонентов, участвующих в организации действия. Нередко этот тип регулирования называют не обратной, а прямой связью. В качестве доказательств существования такого способа регулирования обычно приводятся данные о том, что испытуемые могут исправлять ошибки до ответа на сигнал. Поскольку внешняя обратная связь требует значительно времени и поэтому не может служить основанием для объяснения быстрых корректировочных ответов, было выдвинуто предположение о существовании центрального механизма обнаружения ошибок, функционирующего до начала движения. Термин «прямая обратная связь» был введен Д. Маккеем (1966). Концепция прямой связи аналогична ранее выдвинутым концепциям «результата-

тивного разряда» (Сперри, 1950) и «эфферентной копии» фон Хольста (1954).

3. Обратная связь — связь от движения, т. е. информация, получаемая как прямое следствие сокращения мышц.

Конечно, различные виды обратных связей не являются взаимоисключающими друг друга. Элементы перечисленных способов регулирования могут присутствовать как на всех стадиях обучения, так и при выполнении освоенных действий.

При исследовании различных способов регулирования учитывается также сенсорная модальность обратной связи (зрительная или проприоцептивная); тип движения (дискретное движение или непрерывное слежение, предсказуемое место появления цели или случайное и т. п.); фаза движения (начальный бросок или замедление на конечной стадии). Результаты исследования роли обратной связи в регуляции движения в большой степени определяются типом выборки данных (непрерывный или прерывистый; в последнем случае важен шаг, или временной интервал, с которым фиксируются изменения регистрируемых параметров движения, а также его амплитудные и скоростные характеристики (Эвертс, 1971; Келсо, Стельмах, 1976; Анжел, 1976).

Обратимся к некоторым конкретным результатам исследования роли различных видов обратной связи в регуляции и осуществлении действия.

В движениях, длительность которых больше, чем время осуществления обратной связи, имеется потенциальная возможность использования приходящей афферентной информации для текущего управления движением. Р. Черников и Ф. Тейлор (1952), исследуя кинестетическую обратную связь, нашли, что время ее колеблется от 119 до 129 мс. По данным Х. Хиггинса и Р. Анжела (1970), это время колеблется в пределах 108—169 мс. Д. Падью (1976) определил, что время проприоцептивной обратной связи находится в диапазоне 123—155 мс при стандартном отклонении, равном 11,8 мс. Результаты исследования зрительной обратной связи показывают, что в различных условиях ее время колеблется от 190 до 260 мс (С. Кил и М. Познер, 1968).

Р. Шмидт и Д. Рассел (1972) нашли, что быстрые движения, осуществляемые за 160 мс, совершаются практически без участия обратной связи, в то время как движения, совершаемые за 650 мс, в большой степени зависят от нее. Р. Шмидт (1975) выделил также различные виды обратных связей, используемых для исправления двух видов ошибок. Первый тип обусловливается непредвиденными изменениями в окружающей среде (например, сдвиг цели). Источником обнаружения таких ошибок является экстероцептивная обратная связь, поступающая по зрительному, слуховому и другим каналам. Время исправления таких ошибок составляет 200—250 мс. Второй тип ошибок возникает из-за того, что правильно выбранная моторная программа в стадии реализации привела к ошибкам. В этом случае обратная связь, исполь-

зубая для исправления ошибок, может иметь наряду с экстероцептивными источниками и проприоцептивные. Эти ошибки могут быть исправлены за 100 мс, поскольку ошибки этого типа корректируются в пределах старой моторной программы, что обеспечивает незначительные модификации ответа. Ошибки же, относящиеся к первому виду, требуют в два раза больше времени для своего исправления. Испытуемые в ходе выполнения задания с альтернативным выбором иногда начинают двигаться в неверном направлении, но часто исправляют ошибку с запаздыванием в 60 мс, т. е. за время значительно меньшее, чем время, необходимое для петли периферической обратной связи. Р. Анжел и др. (1971), Р. Анжел (1976) предположили, что испытуемый может управлять своим поведением внутренне, сравнивая команду к действию с «правильной» командой, и при их несовпадении может задержать ответ, не ожидая обратной информации с периферии. Е. Тауб и А. Берман (1968), проводившие исследования на деафферентированных животных, обнаружили механизм центральной эфферентной регуляции. При совершении произвольного движения или изменения позы центральный нисходящий разряд посылается не только к периферическим эффекторам, но одновременно с ним и к сенсорной системе, подготавливая ее к тем изменениям, которые произойдут в результате движения. Э. Эвартс (1971) считает, что внутренние круги обратной связи необходимы как при осуществлении произвольных движений, так и при осуществлении рефлексивных актов. По данным Х. Тойбера (1972, 1974), с помощью механизма типа прямой связи можно предсказывать ожидаемые последствия нашего действия. Такая прямая связь или центральный результативный разряд является механизмом, с помощью которого происходит различение произвольного (активного) и непроизвольного (пассивного) движения. Эфферентная копия в теории схемы Р. Шмидта (1976) играет двойную роль. Во-первых, с ее помощью происходит выработка ожидаемых сенсорных последствий. До начала движения ожидаемые проприоцептивные, слуховые, зрительные ощущения актуализируются для того, чтобы впоследствии сравниваться с действительно поступающими сенсорными последствиями для выделения ошибки движения и осуществления соответствующей поправки. Во-вторых, по каналу прямой связи идет информация именно о выполнении программы активного движения, а не о перемещении конечности, которая может быть следствием пассивного движения.

Многие годы обсуждается проблема непрерывности-дискретности регулирования движений на основе обратных связей. К. Крайк (1947, 1948) один из первых изучал роль обратных связей в деятельности оператора, выполняющего функции слежения. На основе полученных результатов он заключил, что человек-оператор ведет себя как дискретно корректируемая система. Не только исполнительное движение, но и коррекции носят баллистический характер. Эта так называемая баллистическая теория ре-

гуляции движений, основанная на представлениях о дискретном характере регулирования, разделяется многими исследователями. Они исходят из того, что движения не могут регулироваться непрерывно с помощью зрения или проприорецепции. Зрение скорее играет роль инициатора модификатора и организатора баллистических движений. Вместе с тем имеются данные, указывающие на непрерывный характер двигательной регуляции. Так, К. Гиббс (1970) и К. Смит (1962) на основании электрофизиологических данных, свидетельствующих о непрерывности афферентной импульсации в процессе движения, высказались за наличие постоянной коррекции моторных действий.

Многие современные авторы считают, что для систем регуляции движениями характерны как дискретные, так и непрерывные формы функционирования. Накапливается все больше фактического материала о том, что организм использует различные формы коррекций в зависимости от характера и условий выполнения двигательной задачи.

Из афферентных систем, воспринимающих и обрабатывающих информацию о внешней картине движения, одной из важнейших является зрительная система. В многочисленных исследованиях показано, что в процессе выработки навыка участие зрительной обратной связи не остается неизменным, меняются и способы визуального контроля. Так, по мере обучения постоянный зрительный контроль за отдельными движениями заменяется временным контролем, приходящимся на период инициации движения и коррекционных поправок (Побб, Пью, 1968). При совершении медленных следящих движений по мере выработки навыка отмечается переход от позиционного слежения к скоростному с типичной для последнего стратегией опережения. Особенно быстро такой переход отмечается при выполнении стандартных задач (В. П. Зинченко, 1956; Поултон, 1957). Имеются данные, указывающие на то, что по мере выработки навыка участие зрительной системы в управлении движениями ослабевает, уступая место кинестетическому контролю (Флейшман и Рич, 1963).

Для определения вклада зрительной системы в процесс управления движением исследователи создавали искусственные ситуации, вводя задержки, прерывание, смещение и искажение зрительной обратной связи при совершении исполнительных действий. При смещении зрительной обратной связи на разные углы были выделены диапазоны, в которых: деятельность практически не нарушается (смещение на  $30^\circ$ ); деятельность возможна, но сильно затруднена (смещение на  $180^\circ$ ), и диапазон, при котором деятельность невозможна (смещение на  $90^\circ$ ). Кроме того, было показано, что выделенные диапазоны не стабильны и в большой степени зависят от сложности моторной задачи (К. Смит, 1962).

Аналогичным образом влияет и задержка зрительной обратной связи. В диапазоне 0—1 с найдена линейная зависимость между точностью слежения и величиной задержки. При этом испы-

туемые лучше справляются с задачей преследующего слежения, чем компенсаторного (Конклин, 1957; 1959). Увеличение средне-квадратического отклонения также пропорционально величине задержки, даваемой в этом же диапазоне времени (Зингерман, Савохина, 1961). По данным Дж. Адамса (1961), наблюдается резкое ухудшение слежения за летящей целью, когда величина задержки приближается к 2 с.

Адаптация к задержке обратной связи (зрительной и слуховой) происходит тем быстрее, чем более тренированы испытуемые. Например, когда вводят задержку обратной связи опытной машинистке, она начинает печатать слепым методом. У неопытных машинисток адаптация не наблюдается (Лонг, 1976а; 1976б). К. Смит (1962) показал, что задержка зрительной обратной связи приводит к тому, что непрерывный контроль трансформируется в дискретный; задержка сказывается на точности движения, и это влияние тем сильнее (вплоть до деструкции действия), чем выше скорость движения. Сходные результаты были получены А. Н. Новиковым и др. (1981) в ситуации дискретного слежения; авторы подтвердили наличие линейной зависимости между точностью и величиной задержки зрительной обратной связи (в диапазоне 0,1—0,5 с). Введение задержки вызвало существенные изменения в структуре действия, которое распалось на два относительно самостоятельных этапа: первый — баллистическое движение, второй — серия корректировочных движений. При этом чем больше величина задержки, тем больше число таких движений.

Большой интерес представляют исследования, в которых полностью или частично отключалась зрительная обратная связь. В отсутствии зрительной обратной связи активные точные движения выполняются лучше пассивных, в то время как при непосредственной или задержанной обратной связи разницы между активными и пассивными движениями не было обнаружено (С. Винг, К. Бортезен, 1974).

Как указывалось выше, согласно теории дискретного управления движениями зрение по отношению к движению выполняет иницирующую функцию, не участвуя в его текущей регуляции. Это положение иллюстрируется обычно данными М. Митчелла и М. Винса (1951), которые показали, что в ситуации непрерывного слежения при смене направления управляемого объекта не только не ухудшалось качество слежения, но даже смена направления не замечалась испытуемыми. В более позднем исследовании Е. Поултона (1957) эти результаты не подтвердились. Поултон в ситуации преследующего слежения варьировал сложность траектории (простая синусоида, сумма нескольких синусоид); прерывал зрительную обратную связь (полное отключение, временное прерывание видения цели или курсора, варьируемое в диапазоне 0,2—4,7 с). В этих условиях даже незначительное по времени прерывание зрительной обратной связи приводило к увеличению ошибки слежения. Поултон заключил, что зрение по отношению к дви-

жению выполняет не только иницирующую функцию, но и экстраполирующую, ориентируя движение на будущий результат.

М. Хаммертон и А. Тикнер (1970), изучая слежение за целью, двигающейся по сложному маршруту, на 4-й и 7-й и 8-й секунде от начала движения отключали зрительную обратную связь на 2 с. Они нашли, что прерывание на 8 с практически не сказалось на качестве действия, в то время как при двух других условиях качество действия было значительно ниже. С. Хендерсон (1977), исследуя точность попадания в цель при стрельбе из лука в условиях разной зрительной афферентации (с текущей зрительной обратной связью от момента пуска до попадания в цель; с конечной обратной связью: при попадании в цель мишень высвечивалась; в отсутствии обратной связи: испытуемый видел лишь слабо светящуюся мишень), показал, что самая высокая точность обнаружена в условиях нормальной зрительной афферентации. Но и в двух других условиях точность попадания улучшалась по мере тренировки. Это дало автору основания предположить, что испытуемые в качестве подкрепления использовали звуковой канал обратной связи (звук от попадания стрелы в мишень), что получило подтверждение в дополнительно проведенном исследовании.

Ю. О. Сливницкий (1980) изучал точность попадания световым пятном, управляемым по вертикали, в движущуюся по горизонтали цель. Зрительная обратная связь от управляемого пятна отключалась путем введения маски разных размеров. Результаты эксперимента показали линейное увеличение ошибки от увеличения времени работы без зрительной обратной связи.

Рассмотренные исследования влияния зрительной обратной связи на регуляцию двигательного поведения показали, что в зависимости от характера и условий выполнения двигательной задачи нарушения обратной связи выражаются в изменениях скорости, точности и способов выполнения действий. Непрерывное движение трансформируется в серию дискретных. Но, пожалуй, главное состоит в перераспределении функций контроля в целом.

#### IV. 2. ИССЛЕДОВАНИЕ «ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ» МОТОРНОГО КОМПОНЕНТА ДЕЙСТВИЯ

Из приведенных выше результатов исследования роли обратной связи в регуляции движений и действий видно, что их авторы главное внимание уделяли внешним характеристикам моторного компонента действия, таким, как скорость, точность, нарушение непрерывности и т. п. Изменения структурных характеристик действия, как правило, оставались в тени. Это объясняется тем, что предметом исследования выступало не действие как таковое, а та или иная форма обратной связи. Мы решили перевернуть проблему и сделать предметом исследования структуру моторного компонента действия, а вариации зрительной обратной связи —

методическим средством ее изучения. Особый аспект проблемы — это чувствительность моторного компонента действия к зрительной обратной связи. В предыдущих главах шла речь о возможном взаимопроникновении биодинамической и чувственной ткани. Доказательство наличия компонентов чувственной ткани в биодинамической ткани движения — это одновременно вклад в решение более широкой проблемы внешнего и внутреннего, которая выше была конкретизирована как поиск внутреннего во внешнем. Планируя это исследование, мы исходили из того, что подобные доказательства могут быть получены лишь на основе методов микроструктурного анализа элементарных двигательных актов. В качестве единственного усложнения двигательной задачи мы использовали либо полное, либо частичное отключение зрительной обратной связи, локализованное на разных участках временной оси моторного компонента действия. Другими словами, обратная связь использовалась в качестве своего рода зонда, с помощью которого оказалось возможным прощупывание структурных характеристик моторного компонента (Гордеева, Ребрик, 1981).

**Методика эксперимента.** Исследование проводилось на экспериментальном стенде, подробно описанном во II главе. Тестовый материал представлял собой расположенные на горизонтальной оси индикатора светящиеся зеленые квадраты одинакового размера ( $12 \times 12$  мм), предъявляемые по сигналу экспериментатора от управляющей ЭВМ по определенной программе. Управляемое пятно было красного цвета и точно соответствовало размерам и форме тестовых пятен. При совмещении управляемого пятна с тестовым образовывалась четкая цветовая граница, что способствовало точному их совмещению. Стартовое пятно находилось в левой части экрана. Цели предъявлялись на горизонтальной оси в одной из 7 позиций справа от старта на расстоянии от 5 до 35 см с шагом с 5 см (рис. 24,а). В зависимости от задачи экспериментальной серии цели предъявлялись либо равновероятно в одной из 7 позиций, либо постоянно в одной из них.

Экспериментальный цикл состоял из нескольких серий, различающихся степенью полноты зрительной афферентации. Первая серия эксперимента была направлена на исследование пространственно-временной структуры движения в условиях полной (непрерывной) зрительной обратной связи от выполнения и результата действия. В последующих сериях эта структура изучалась в условиях либо частичного прерывания, либо полного отсутствия зрительной обратной связи.

В экспериментах принимали участие четверо хорошо обученных испытуемых, имеющих навыки работы на экспериментальном стенде. Во всех сериях испытуемым ставилась задача точного совмещения управляемого пятна с появившейся целью, после чего требовалось возвратить пятно в стартовую позицию и ждать появления новой цели.

В первой серии цели предъявлялись равновероятно в одной

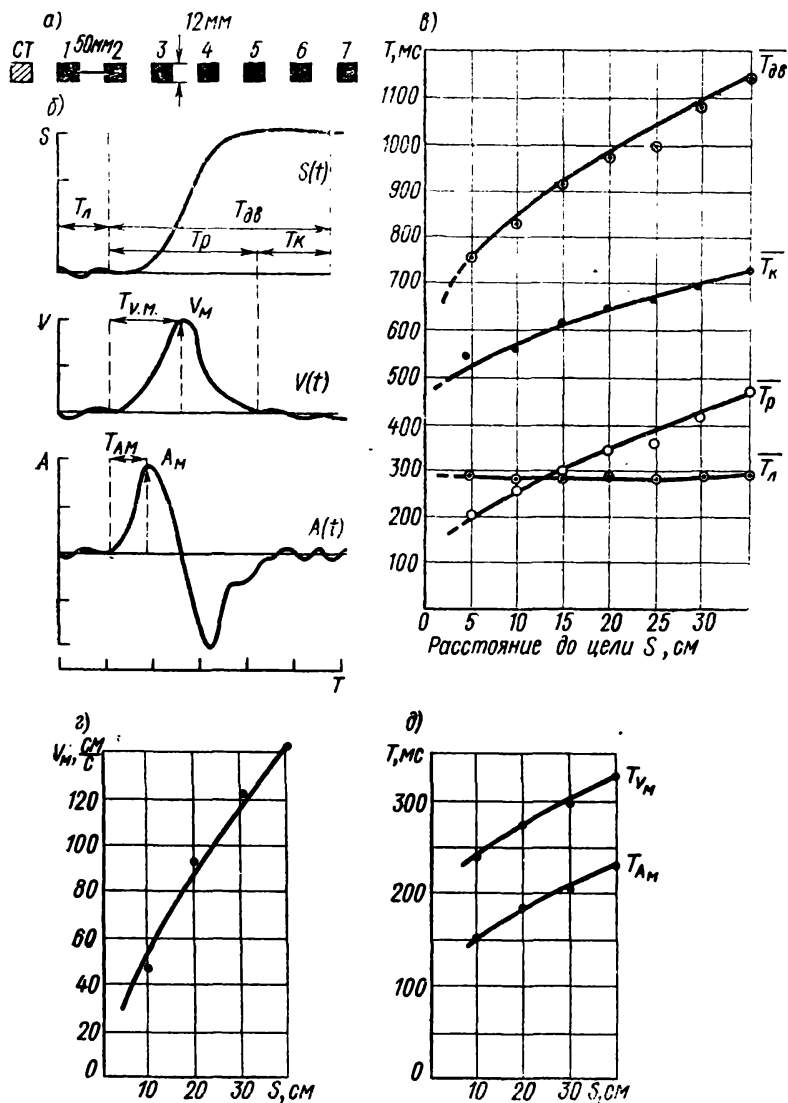


Рис. 24. Зависимость характеристик исполнительного действия от амплитуды перемещения

из 7 позиций, т. е. экспериментальной переменной было местоположение цели, серия включала два эксперимента по 500 предъявлений в каждом.

Во второй серии полностью отсутствовала зрительная обратная связь. Методически это достигалось следующим образом: как



только испытуемый начинал движение из стартовой позиции в направлении появившейся цели, управляемое пятно гасло и весь путь до цели он проходил без знания процесса и результата действия. Когда же испытуемый, как ему казалось, доводил управляемое пятно до зоны цели, он нажимал кнопку на ручке управления, что служило сигналом ЭВМ для определения алгебраической точности совмещения управляемого пятна с целью ( $\Delta$ ) и для определения времени движения ( $T_{дв}$ ). От этого же сигнала появлялось управляемое пятно, так что испытуемый, видя свою ошибку, исправлял ее, после чего возвращал пятно в стартовую позицию и ждал следующего предъявления. Серия также состояла из двух экспериментов по 250 предъявлений в каждом.

В третьей серии зрительная обратная связь прерывалась в разные моменты движения к цели. Цель предъявлялась всегда в одном и том же месте экрана, на расстоянии 30 см от старта; варьировались время прерывания обратной связи и локализация участка прерывания по пути движения к цели. Использовались четыре режима гашения управляемого пятна, задаваемые по программе ЭВМ в случайном порядке. Режим «А» — непрерывная зрительная обратная связь на всех этапах выполнения действия. Режим «Б» — прерывание зрительной обратной связи в момент начала движения на период  $\Delta t_1$ , равный 120, 180 и 250 мс. Режим «В» — прерывание зрительной обратной связи через период  $\Delta t_1$  на период  $\Delta t_2$ , также равный 120, 180, 250 мс. Режим «Г» — прерывание зрительной обратной связи через период  $2\Delta t_1$  от начала движения и до совмещения с целью. Следовательно, прерывание зрительной обратной связи в режиме «Г» начиналось либо через 240, либо через 360, либо через 500 мс от начала движения к цели. Все режимы предъявлялись в течение эксперимента в случайном порядке. Каждый испытуемый выполнял по 300 тренировочных и 500 основных проб.

**Регистрируемые параметры** в течение эксперимента записывались на полиграф, на ленте которого содержалась информация о временных и скоростных характеристиках движения руки, управляющей манипулятором. На отдельном канале записывался сигнал ЭВМ о предъявлении целей и сигнал испытуемого о совмещении с ним управляемого пятна. Запись перехода на цель включала график зависимости пути от времени и данные о скорости и ускорении совершаемого движения. По ходу эксперимента регистрировались и хранились в памяти ЭВМ латентное время, время движения и алгебраическая точность совмещения с целью. Анализируемые параметры были следующие:  $T_{л}$  — время от момента предъявления цели до начала движения к ней, мс;  $T_{дв}$  — включающее время стадии реализации ( $T_p$ ) и время контроля и коррекций ( $T_{кк}$ ), мс;  $\Delta$  — алгебраическая точность совмещения управляемого пятна с целью, мм;  $V_{max}$  — максимальная скорость, развиваемая при переходе от стартовой позиции к цели, см/с;  $A_{max}$  — максимальное ускорение, см/с<sup>2</sup>;  $TV_{max}$  — время нарастания

скорости до максимального значения, мс;  $T_{A_{\max}}$  — время нарастания ускорения до максимального значения, мс.

По всем регистрируемым параметрам вычислялись их средние значения и среднеквадратичный разброс отдельно по каждой из 7 позиций цели (см. рис. 24,б).

**Полученные результаты** показывают, что изменение амплитуды перемещения и типов зрительной афферентации практически не сказывается на времени латентной стадии действия. В среднем при сопоставлении крайних точек диапазона перемещения разница во времени выражается всего в 30 мс, хотя неярко выраженная тенденция уменьшения времени латенции при увеличении амплитуды отмечена у всех испытуемых во всех сериях экспериментов. Среднеквадратичный разброс колеблется в среднем от 30 до 90 мс.

Таблица 6

**Временные точностные и скоростные характеристики действия в условиях непрерывного зрительного контроля (I серия экспериментов, средние данные)**

Амплитуда	Анализируемые параметры								
	$T_{л'}$ мс	$T_{дв'}$ мс	$T_{р'}$ мс	$T_{кк'}$ мс	$\Delta [σ]$ , мм	$TV_{м'}$ мс	$V_{м'}$ см/с	$K_p = \frac{TV_{м'}}{T_p}$	$K_{тор} = 1 - K_p$
50	307	747	222	545	2,42	220	30	0,99	0,01
100	283	823	260	559	1,94	240	45	0,92	0,08
150	281	902	286	616	2,10	250	70	0,87	0,13
200	284	960	330	628	2,47	270	95	0,82	0,18
250	285	990	338	645	2,31	275	105	0,81	0,19
300	280	1080	410	674	2,30	295	120	0,72	0,28
350	278	1160	452	713	1,75	305	130	0,67	0,37

Время движения ( $T_{дв}$ ) у всех испытуемых значительно увеличивается с увеличением амплитуды перемещения как в первой, так и во второй сериях экспериментов. При сопоставлении крайних точек диапазона перемещения время движения в первой серии изменяется более чем на 400 мс (рис. 24,в). Время реализации при изменении амплитуды с 5 до 35 мс увеличилось на 230 мс, а время контроля и коррекций — на 170 мс (табл. 6). В условиях полного отсутствия зрительной обратной связи  $T_{дв}$  меньше, чем в условиях нормы, причем разница эта тем меньше, чем меньше амплитуда перемещения (табл. 7). Это позволяет говорить о зависимости между величиной перемещения и вкладом зрительной афферентации в осуществление действия. При сопоставлении крайних точек диапазона перемещения разница составила 250 мс. Однако это изменение значительно (в 1,6 раза) меньше, чем зарегистрированные изменения в условиях зрительной обратной связи. Время движения в условиях частичного прерывания зрительной

обратной связи зависит как от величины периода прерывания зрительной обратной связи, так и от его локализации на участке  $S(t)$ . Прерывание зрительной обратной связи в режиме «Б» на

Таблица 7

**Временные и точностные характеристики действия в отсутствии зрительной обработки связи (II серия экспериментов, средние данные)**

Амплитуда	Анализируемые параметры		
	$T_{д'}$ , мс	$T_{дв'}$ , мс	$\Delta$ [σ], мм
50	321	619	12,5
100	312	642	14
150	304	718	19
200	297	775	22,8
250	291	801	24,1
300	298	827	27,6
350	296	878	26,3

120 и 180 мс практически не вызывало изменения времени движения в сравнении с нормой, прерывание на 250 мс вызвало увеличение времени движения почти на 100 мс. Такое же увеличение времени движения зарегистрировано и при прерывании зрительной обратной связи в режиме «В» на 180 мс, прерывание на 250 мс вызвало увеличение времени движения на 170 мс. Прерывание зрительной обратной связи в режиме «Г» не вызывает

значимого изменения времени и не зависит от величины периода отключения управляемого пятна (табл. 8).

Информативными показателями анализа пространственной структуры движения явились динамика изменения максимальной

Таблица 8

**Зависимость времени и точности совершения движения от периода прерывания зрительной обратной связи**

Параметры	Режим	А	Б			В			Г		
	Рав- мер- ность		время прерывания зрительной обратной связи от начала движения								
			от 0 до 120	от 0 до 180	от 0 до 250	через 120 на 120	через 180 на 180	через 250 на 250	через 240 до конца	через 360 до конца	через 500 до конца
$T_{дв}$	мс	986	975,7	1020	1079	999,2	1077,2	1157,7	958	987,7	998,9
$\sigma_{T_{дв}}$	мс	127	133,7	139,2	113,2	132,5	137,7	127,5	132	123,2	136,5
$\Delta [\sigma]$	мм	2,3	2,32	2,42	2,48	2,80	2,84	3,08	5,32	4,16	2,96

скорости ( $V_{\max}$ ) и ускорения ( $A_{\max}$ ) и время их нарастания ( $TV_{\max}$  и  $TA_{\max}$ ). Скорость оперирования органом управления была достаточно высокой (как указывалось, испытуемые владели навыком управления). Кривые  $S(t)$ ,  $V(t)$ ,  $A(t)$ , представленные

на рис. 24,б, характеризуют движения, направленные на быстрое и точное совмещение управляемого пятна с целью. Скорость движения после достижения максимума начинает монотонно падать, вплоть до начала корректирующих движений, в районе цели. На этом рисунке отчетливо видна ускоренная часть движения и часть движения с отрицательным знаком ускорения вплоть до полной остановки. Зависимость выделенных параметров пространственно-временной структуры движения от амплитуды перемещения оказалась однотипной для всех испытуемых, что позволило построить осредненную по всем испытуемым кривую. Увеличение амплитуды перемещения в 7 раз приводит к увеличению максимальной скорости более чем в 4 раза (рис. 24,г) с одновременным увеличением времени нарастания максимальной скорости всего на 85 мс (рис. 24,д).

Время стадии реализации при выполнении одной и той же двигательной задачи характеризуется довольно большим разбросом данных от пробы к пробе, составляя в среднем 150 мс. Возникает вопрос: какая часть двигательной стадии подвержена наибольшему, а какая — наименьшему разбросу? Для ответа на него с помощью ЭВМ было проведено усреднение проб по группам отдельно для каждой амплитуды. Оказалось, что траектории  $S(t)$  отдельных реализаций расходятся как бы веером из начальной точки движения, при приближении же к окрестностям цели они вновь стягиваются в одну точку. Одновременно для каждой группы движений был вычислен среднеквадратичный разброс  $\sigma$ , т. е. определены участки пути максимального и минимального отклонения от идеальной траектории. Рисунок 25,а,в иллюстрирует поведение выделенных характеристик для двух амплитуд, равных 15 и 30 см. Максимальное среднеквадратическое отклонение наблюдается там, где на кривой  $V(t)$  скорость достигает максимума. Соотнесение среднеквадратического разброса с фазами кривой ускорения показывает, что на фазе ускорения разброс минимален; при переходе фазы движения по инерции в фазу торможения разброс максимален. Затем наблюдается его минимизация.

Результаты свидетельствуют о значительных индивидуальных различиях испытуемых, выражающихся во времени движения к целям, находящимся на одинаковых позициях. Эти различия объясняются тем, что разные испытуемые с неодинаковой точностью совмещали управляемое пятно с целью. В первой серии была найдена прямая зависимость между точностью совмещения и временем движения, т. е. чем больше время движения, тем выше точность, выражающаяся в уменьшении показателя  $\Delta[\sigma]$ . У испытуемых, работавших наиболее точно ( $\Delta[\sigma]$  равно 1,5 мм), отмечено значительное, примерно в 1,5 раза в сравнении со средними данными, увеличение времени движения. У испытуемых, работавших менее точно ( $\Delta[\sigma]$  равна 3,5 мм), время движения в два с лишним раза меньше по сравнению с испытуемыми, точно выполнявшими задачу. Зависимости среднеквадратического отклонения значений

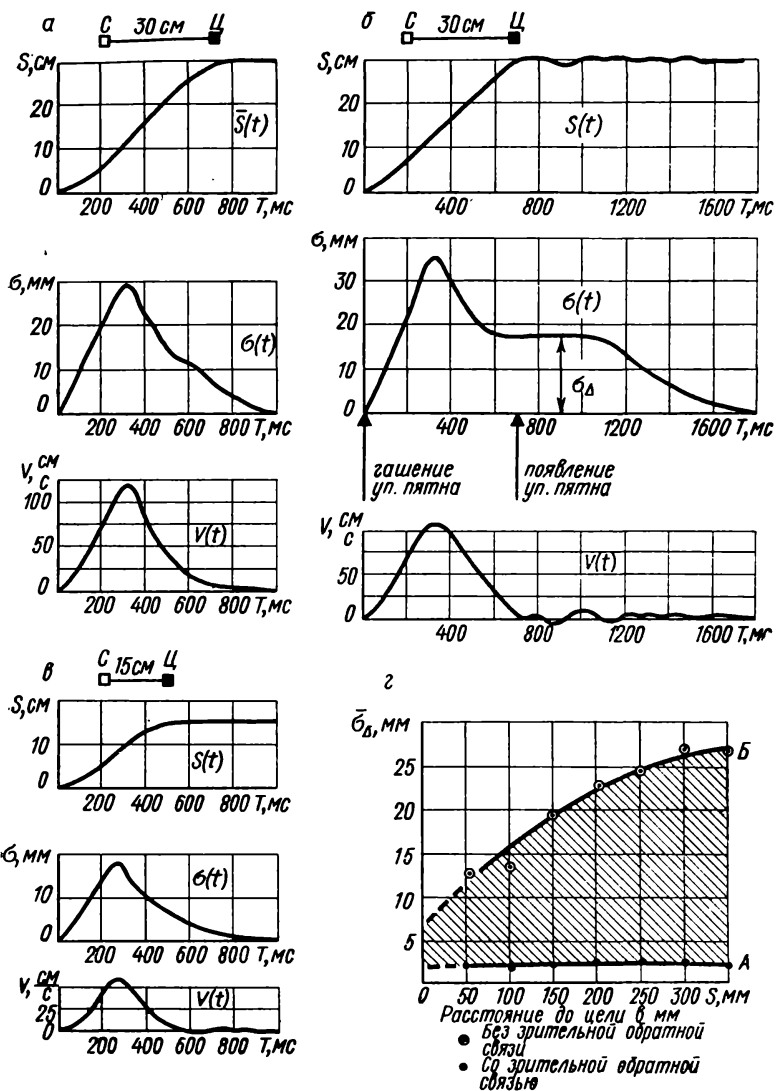


Рис. 25. Зависимость характеристик исполнительного действия от полноты зрительной афферентации

ошибки от амплитуды перемещения обнаружить не удалось (см. табл. 6).

Во второй серии смена амплитуды перемещения вызывает наибольшие изменения среднеквадратического разброса значений ошибки (см. табл. 7). В среднем при увеличении амплитуды от 50

до 350 мм ошибка возрастает в два с лишним раза. У испытуемых, у которых время движения выше, величина ошибки при сопоставлении крайних точек диапазона перемещения изменяется в 3 раза; у испытуемых, показавших меньшее время движения, величина ошибки изменяется при сопоставлении этих же точек в 1,8 раза. Эти результаты прямо противоположны данным первой серии, где увеличение времени движения вызывало уменьшение ошибки и ее величина не зависела от амплитуды. Значит, чем меньше путь и время движения, тем меньше вклад зрительной афферентации в выполнение точного действия. И наоборот, с ростом пути и увеличением времени движения возрастает вклад зрительной афферентации в достижение точности действия.

В третьей серии значения ошибки ( $\Delta[\sigma]$ ) зависят от величины и локализации периода прерывания. Значимое увеличение ошибки отмечено при работе в режиме «Г». Прерывание зрительной обратной связи через 240 мс от начала движения и до момента совмещения с целью вызывает увеличение ошибки в 2,3 раза в сравнении с условиями нормы. По мере уменьшения периода движения без зрительной обратной связи уменьшается и величина ошибки: отключение зрительной обратной связи через 360 мс после начала движения увеличивает ошибку по сравнению с условиями зрительной обратной связи в 1,8 раза; через 500 мс, т. е. практически в конце стадии реализации, вызывает очень незначительное увеличение ошибки — в 1,3 раза в сравнении с нормой (см. табл. 8).

Значимое увеличение ошибки (в 1,3 раза) в режиме «В» отмечено в условиях прерывания зрительной обратной связи на 250 мс через 250 мс после начала движения, причем даже увеличение времени движения на 170 мс не компенсирует прерывания зрительной обратной связи. В других случаях режима «В» наблюдается очень незначительное (в пределах 0,5 мм) увеличение ошибки, при этом отключение зрительной обратной связи на 180 мс вызывает увеличение времени движения почти на 100 мс. В режиме «Б» потери точности в сравнении с нормой не наблюдаются, отмечено только увеличение времени движения почти на 100 мс при отключении зрительной обратной связи на 250 мс от начала движения. Таким образом, точность движения зависит от скорости осуществления действия, полноты зрительной обратной связи и амплитуды перемещения.

**Обсуждение результатов.** Задача изложенного исследования состояла в микроструктурном анализе моторного компонента действия и в определении его чувствительности к зрительной обратной связи. В качестве экспериментальных переменных выступали амплитуда требуемого движения и степень полноты зрительной афферентации, а в качестве регистрируемых параметров — скорость и точность выполнения действия. Последняя выражалась в показателях среднеквадратического отклонения единичных реализаций от их среднего значения.

Совершенно естественно, что увеличение амплитуды движения влечет за собой увеличение времени движения. Однако это увеличение распределяется непропорционально по отношению к выделенным участкам движения. Если время стадии разгона увеличивается всего на 30—35%, то время стадии торможения возрастает на 65—70% (сопоставляются крайние точки диапазона использованных амплитуд). Это означает, что чем больше амплитуда требуемого движения, тем интенсивнее оно корректируется по ходу своего выполнения. Это подтверждается также тем, что время нарастания максимального отклонения соответствует времени нарастания максимальной скорости, а, как было показано, это время с увеличением амплитуды перемещения меняется очень незначительно. Однако величина максимального отклонения растет пропорционально амплитуде перемещения (ср.: рис. 25, *а* и *в*). Поэтому-то и происходит увеличение времени стадии торможения, ответственной за коррекционные процессы, в том числе и за нивелирование возникшей на баллистическом участке ошибки.

Особенно ярко относительная стабильность стадии разгона выступила в экспериментах с полным отключением зрительной обратной связи. Время нарастания максимального отклонения в этих условиях соответствует тем же значениям, полученным в условиях с нормальной зрительной афферентацией. Другое дело — тормозная стадия. Здесь ниспадающие ветви кривой отличаются одна от другой самым существенным образом (рис. 25а, б). Следовательно, начальные участки движения достаточно стабильны и мало чувствительны к различным изменениям, вносимым в условия протекания действия. Видимо, начальные участки пути осуществляются по моторной программе, отработанной в предшествующих реализациях, которая может реализоваться в требуемом движении, поэтому движение в начале пути не нуждается в текущих коррекциях. И действительно, отключение зрительной обратной связи на 120, 180 и 250 мс от момента начала движения (режим «Б») не только не вызвало каких бы то ни было изменений в точности совмещения в сравнении с нормой, но даже не замечалось испытуемыми.

Однако, благодаря большому количеству степеней свободы кинематических цепей человеческого тела, действию реактивных и внешних сил, никакая, даже точно дозированная система пусковых эфферентных импульсов, произведенных заранее, не может однозначно определить параметры требуемого движения (Н. А. Бернштейн, 1966). Но действие все же осуществляется достаточно точно, что достигается с помощью коррекций по ходу его выполнения. Максимальный среднеквадратический разброс начинает уменьшаться за счет работы корректирующих механизмов в тормозной стадии действия. Полученные результаты совпадают с данными С. Кила (1968а), показавшего, что увеличение времени движения с возрастанием амплитуды перемещения происходит за счет увеличения коррекционной фазы. Однако его ут-

верждение о том, что баллистический участок движения независимо от амплитуды покрывает  $15/16$  расстояния до цели, вызывает сомнение. Данные коэффициента разгона, выражающие отношение времени разгона ( $TV_m$ ) ко времени реализации  $\left(K = \frac{Tv_m}{T_p}\right)$ ,

свидетельствуют о том, что чем выше его значения, тем больший участок пути проходит под действием моторной программы. Коэффициент разгона, близкий к единице, характерен для баллистических движений, совершающихся за время, меньшее 200 мс. Увеличение амплитуды перемещения в 7 раз вызывает увеличение времени стадии реализации на 230 мс, при незначительном (всего на 85 мс) увеличении времени стадии разгона, при этом коэффициент разгона уменьшается соответственно от 0,99 до 0,67 (см. табл. 6). Соответственно увеличиваются значения коэффициента торможения.

Как отмечалось выше, кривые нарастания времени максимального среднеквадратического отклонения и его абсолютные значения сравнимы между собой в условиях нормальной и отключенной обратной связи (см. рис. 25,а, б). После того как среднеквадратическое отклонение достигает максимума в тех и других условиях, наблюдается его снижение примерно на 30% (это снижение, видимо, происходит за счет проприоцептивных обратных связей). Далее, в условиях зрительной обратной связи значения разброса продолжают снижаться, доходя к концу движения до нулевых значений. Без зрительной обратной связи среднеквадратическое отклонение остается на прежнем уровне, вплоть до появления управляемого пятна, после чего через латентный период наблюдается снижение разброса и приведение его к нулевым значениям.

Описанное поведение среднеквадратического отклонения в тормозной стадии действия служит доказательством наличия в ней текущих коррекционных процессов. Еще одним доказательством сказанному служит показатель среднеквадратического отклонения значений ошибки ( $\Delta[\sigma]$ ) в условиях полного и частичного выключения зрительной обратной связи. При наличии зрительной обратной связи точность действия в рассматриваемом диапазоне не зависит от амплитуды движения. В отсутствии зрительной обратной связи обнаружено не только значительное увеличение ошибки, но найдена также зависимость ее от амплитуды (рис. 25,г). При сопоставлении крайних точек диапазона амплитуд показатель  $\Delta[\sigma]$  по сравнению с нормой вырос на малых амплитудах в 6, а на больших — в 12 раз. Как было показано, значения коэффициента разгона ( $Kp$ ) при движении на малую амплитуду близки к единице, что свидетельствует о превалировании программного типа управления движениями. Из-за малого времени осуществления (стадия реализации чуть больше 200 мс) эти движения, инициируемые и управляемые моторной программой, менее подвержены действию реактивных и внешних сил и соот-



ветственно меньше нуждаются в текущих коррекциях. Чем больше амплитуда движения или чем медленнее совершаются движения, тем больше они подвержены разного рода влияниям и тем больше они нуждаются в текущих коррекциях для достижения требуемой точности. Это подтверждается результатами проведенного исследования точности быстрых и медленных движений в условиях наличия и отсутствия зрительной обратной связи (Гордеева, Ребрик, 1981). Быстрые движения совершались за 200—300 мс, медленные — за 600—700 мс. При наличии обратной связи точность медленных движений была в 3 раза выше точности быстрых. В отсутствии обратной связи точность быстрых и медленных движений соизмерима, и, что, пожалуй, даже более интересно, она близка по абсолютным величинам к значениям точности быстрых движений, совершаемых в условиях зрительной афферентации. Близкие результаты были получены ранее С. Килом и М. Познером (19686). Значит, за точность действия несет ответственность не столько его программа, сколько механизм текущих коррекций, функционирующий преимущественно на тормозной стадии.

Необходимость текущих коррекций для достижения точности действия подтверждается данными среднеквадратического отклонения значений ошибки в условиях частичного прерывания зрительной обратной связи (режим «Г»). Отключение зрительной обратной связи через 240 мс после начала движения, т. е. еще до начала тормозной стадии, лишало испытуемых возможности осуществлять текущие коррекции, что приводило к увеличению ошибки в сравнении с нормой более чем в 2 раза. Отключение же зрительной обратной связи в конце тормозной стадии, через 500 мс после начала движения, вызвало незначительное увеличение ошибки (на 0,6 мм) в сравнении с нормой. Иначе говоря, вклад текущих коррекций настолько велик, что даже отсутствие зрительной обратной связи в стадии контроля и коррекций, т. е. непосредственно в моменты совмещения с целью, оказалось менее значимым для достижения точности, чем ее отсутствие в тормозной стадии действия, во время совершения активных коррекционных движений по ходу выполнения действия.

Выполненное исследование позволяет сформулировать некоторые общие положения. Моторный компонент действия представляет собой достаточно сложное образование, включающее баллистическую часть (стадия разгона) и тормозную стадию. Различные участки движения несут разную функциональную нагрузку и характеризуются различными свойствами. Баллистическая часть действия практически нечувствительна к зрительной обратной связи, тормозная часть обладает максимальной чувствительностью. Такая сложная организация моторного компонента действия в высшей степени эффективна. Она обеспечивает объединение в одном двигательном акте принципиально различных типов управления — программного и афферентационного. Конечно, со-

отношение между этими типами управления в каждом конкретном двигательном акте определяется многими обстоятельствами, такими, как скорость осуществления, требуемые амплитуда и точность, степень освоенности, стабильность или динамичность условий, полнота зрительной обратной связи и др.

Моторный компонент действия в свете изложенных результатов действительно представляет собой живое движение, обладающее не только свойствами реактивности (баллистическая стадия), но и чувствительности (тормозная стадия), в котором теснейшим образом переплетаются биодинамическая и чувственная ткань. Соответственно, указанные свойства живого движения должны находить более полное отражение в моделях, описывающих регуляцию двигательного поведения.

## Гетерогенность двигательного акта

В первой главе настоящей книги развивалось положение о возможной гетерогенности живого движения, о наличии в нем не только исполнительных, но также когнитивных и эмоционально-оценочных компонентов. Именно на этом основании живое движение было признано исходной единицей психической реальности, «неразвитым началом развитого целого». В последующих главах приводились новые данные о связи движения с когнитивными процессами, и прежде всего с восприятием. Но все же остается вопрос о том, можно ли получить прямые доказательства тезиса о том, что живое движение — это и есть психика. Такие доказательства необходимы для того, чтобы увидеть объект психологического исследования как онтологический, а не иметь дело с некоторым неизвестным, которое обнаруживает себя в тех или иных симптомах. Л. С. Выготский писал: «Объектом научного исследования всегда является то, что обнаруживает себя в симптомах. Наука же занята, в основном, теоретическим ответом на вопрос о сущности, о действительной природе того объекта, который она изучает по его высшим проявлениям» (1936, с. 18). По традиции к числу наиболее элементарных форм психики относят чувствительность и именно возникновение последней связывают с возникновением психики. В то же время только различные формы движения могут служить надежным индикатором чувствительности. Имеется также огромное число данных, свидетельствующих о том, что чувствительность без движения невозможна. Наиболее яркое доказательство — исчезновение образа при стабилизации изображения относительно сетчатки (А. Л. Ярбус, 1965). Все это наводит на мысль о том, что связь между чувствительностью и движением является не внешней и тем более не случайной. И проблема состоит даже не в том, чтобы локализовать чувствительность в движении, а в том, чтобы доказать, что само движение чувствительно. В предыдущей главе были описаны первые попытки исследования чувствительности движения к зрительной обратной связи и выделены участки, обладающие максимальной и минимальной чувствительностью. Это исследование показало, что для получения прямых доказательств чувствительности движения недостаточно производить его оценку в целом и интерпретировать

функции более или менее длительных периодов движения, включающих ускорения, замедления, паузы и другие характеристики. Необходимы поиски принципиально новых экспериментов и методических приемов. Как известно, поиск нового — это длительный процесс опробования целей средствами, и для получения прямых доказательств чувствительности движения важно сделать хотя бы первые шаги. А они должны состоять в том, чтобы найти способы выделения в непрерывном движении функционально обособленных, целостных, живых единиц. Нам представляется, что двигательные единицы, если их удастся выделить, должны будут обязательно обладать сенсомоторными свойствами.

При изложении различных экспериментальных серий мы нередко употребляли термин «квант движения». Как и многие другие психологи до нас, например, К. Левин (1948), который писал о квантах психики, или Д. Бродбент (1958), который писал о квантах восприятия, мы использовали этот термин не вполне строго, не заботясь до поры до времени о доказательствах правомочности его употребления в психологическом контексте. Просто этот термин оказался удобен для описания двигательного поведения в сложных для испытуемого ситуациях, например, освоение нового действия, работа в условиях инверсии перцептивного и моторного полей и т. д. В таких ситуациях движения имели дискретный, иногда даже судорожный характер; рука вела ручку управления толчками, между которыми наблюдались более или менее длительные остановки. Для описания такого поведения термин квант напрашивался сам собой. Величина кванта зависела от тактики испытуемых, степени обученности, функционального состояния, сложности задачи и прочих факторов. По мере обучения или адаптации к подобным ситуациям кванты сначала укрупнялись, а затем исчезали вовсе. Движение становилось непрерывным и плавным, а кванты, если они и сохранялись, становились невидимыми. Естественно возникает вопрос: а сохраняются ли они в хорошо отработанном действии, и если да, то как их обнаружить, каковы их пространственно-временные характеристики?

Для ответа на этот вопрос было выполнено экспериментальное исследование двигательного акта, совершаемого испытуемым в ситуации, близкой к классической ситуации изучения психологической рефрактерности.

Понятие классической рефрактерности, объясняющее задержку времени реакции в ответ на второй из двух следующих друг за другом сигналов, в его современном виде было определено в работах К. Крайка (1948), М. Винс (1948), А. Уэлфорда (1952) и др., исследовавших этот феномен на материале операторской деятельности.

Основной методический прием, используемый в этих исследованиях, заключался в предъявлении испытуемому в быстрой последовательности двух или более сигналов, на которые он должен был давать моторные ответы. В качестве таковых использовались

простые реакции: нажатие на кнопку, клавишу, ключ. Было выдвинуто немало гипотез для объяснения психологической рефрактерности. Наибольшее распространение получила гипотеза, основанная на представлении об одноканальности процесса обработки информации. Суть ее состоит в том, что в период обработки информации о первом стимуле, вновь поступающая информация блокируется и обработке не подвергается. По выражению Л. Уэлфорда (1974), существуют как бы «ворота», которые закрыты для любой входной информации до тех пор, пока идет переработка ранее полученной. Известна также гипотеза вероятностного ожидания, согласно которой появление и отработка первого сигнала ведут к резкому понижению субъективной вероятности появления следующего, что и приводит к увеличению времени реакции на второй сигнал. Существуют многочисленные гипотезы, связывающие явление рефрактерности с задержками восприятия поступающей информации. Гипотеза «перцептивного квантования» Д. Бродбента (1958) определяет задержку реакции на второй сигнал величиной кванта, равного 300 мс.

Согласно другой группе гипотез, явление рефрактерности связано с функционированием эффекторного звена. М. Смит (1967) в статье, посвященной анализу имеющихся теорий, объясняющих явление психологической рефрактерности, пишет, что Б. Рейнольдс сформулировал гипотезу «привычного ответа», из которой следует, что увеличение времени на второй из пары стимулов происходит в результате преодоления инерции, возникшей после совершения первого действия. Однако в работах таких авторов, как Р. Дэвис (1957), Т. Мэрилл (1957), Р. Боргер (1967), М. Смит (1967) и Р. Никерсон (1967), высказанные гипотезы подвергались критике, а некоторые из них были опровергнуты.

Подобные противоречивые объяснения, на наш взгляд, связаны с тем, что почти во всех работах психологическая рефрактерность, во-первых, изучалась на элементарных, стереотипных действиях, время на организацию которых очень мало; во-вторых, анализировалось лишь время реакции, изолированное от целостного действия. И, в-третьих, не учитывалась локализация второго сигнала относительно структуры первого действия. Мы использовали метод исследования рефрактерности как средство выявления квантов действия и для доказательства гетерогенности функциональной структуры целостного действия и его компонентов.

В качестве объекта изучения было взято дискретное действие совмещения управляемого пятна с целью, совершаемое опытным испытуемым за 1—1,2 с. Действие включает в свой состав когнитивные компоненты: латентную стадию и стадию контроля и коррекций и моторный компонент-стадию реализации.

В основе исследования лежало предположение о том, что значения рефрактерного периода будут неодинаковы в случаях, когда второй сигнал будет по-разному локализован не только относительно пространственно-временной оси целостного действия,

но и относительно его компонентов. Как указывалось выше в многочисленных исследованиях рефрактерности, второй сигнал предъявляется преимущественно во время латентной стадии ответа на первый сигнал. Представляет интерес выяснение того, изменятся ли значения рефрактерного периода при предъявлении второго сигнала на стадиях реализации, контроля и коррекций целостного действия по сравнению с предъявлением его в латентный период. Можно предположить, что изучение динамики рефрактерного периода в зависимости от локализации второго сигнала в той или иной стадии действия позволит определить чувствительность каждого компонента действия и подвергнуть его дальнейшему анализу.

**Методика эксперимента.** Исследование проводилось на экспериментальном стенде, описанном во второй главе. Тестовый материал представлял собой расположение на горизонтальной оси индикатора светящиеся зеленые пятна (цели) квадратной формы, одинакового размера ( $10 \times 10$  мм), предъявляемые по сигналу экспериментатора от управляющей ЭВМ по определенной программе. Управляемое пятно было красного цвета, величина его точно соответствовала размерам тестового пятна. При совмещении управляемого пятна с тестовым образовалась четкая цветовая граница, что способствовало более четкому их совмещению. Стартовая позиция находилась в левой части экрана, куда испытуемый возвращался после отработки каждой пробы, ожидал предъявления следующей и обрабатывал ее. Цель первая ( $C_1$ ) находилась справа от стартовой позиции на расстоянии 35 см, цель вторая ( $C_2$ ) появлялась в 5 см справа от старта. В опытах принимали участие трое испытуемых: сотрудники факультета психологии МГУ, имеющие навык работы на данном экспериментальном стенде.

Экспериментальный цикл состоял из трех серий: фоновой, основной и контрольной. В фоновой серии испытуемым предъявлялась одна цель ( $C_1$ ), с которой он должен был по сигналу экспериментатора точно совмещать управляемое пятно.

Методическим приемом второй серии было введение возмущения — сбоя ( $C_2$ ), предъявлявшегося с разным временем запаздывания относительно появления первой цели. Эксперимент, состоящий из 250 проб, строился следующим образом: в 60% случаев предъявляемые пробы были аналогичны фоновым, т. е. предъявлялась одна цель ( $C_1$ ) и после ее отработки испытуемый возвращался в стартовую позицию. В 40% случаев проба состояла из двух сигналов-целей, последовательно появлявшихся с варьируемым по заданной программе временным интервалом в пределах 50—1200 мс, от момента предъявления первой цели с шагом 50 мс. Таким образом, экспериментальной переменной было время запаздывания второй цели относительно первой.

Инструкция требовала от испытуемого точного совмещения управляемого пятна с появившейся целью. Испытуемые работали в комфортном для них режиме скорости. При появлении второй

цели вводился приоритет в ее обслуживание: в этом случае испытуемые должны были прекратить движение к первой цели и быстро и точно совместить управляемое пятно со второй целью. Фоновые и основные пробы обрабатывались отдельно.

С каждым испытуемым было проведено по 18 экспериментов. Время межстимульного интервала (МСИ) между целями варьировалось как внутри каждого эксперимента, так и между экспериментами.

Контрольная серия состояла из 3 подсерий. Методический прием был тот же, что и в основной. Отличие от нее состояло в том, что в каждой из подсерий испытуемый должен был совершать движение с определенной, заданной скоростью: в первой серии — на быстрой скорости, во второй — на комфортной и в третьей — на медленной. Временной интервал появления второй цели варьировался от 300 до 800 мс с шагом в 100 мс, т. е. вторая цель предъявлялась в разные моменты стадии реализации. Инструкция испытуемым была та же, что и в основной серии. В каждой подсерии было проведено по 3 эксперимента по 250 проб в каждом.

**Регистрируемые параметры** в ходе эксперимента записывались на полиграф, на ленте которого содержалась информация о временных и скоростных характеристиках движения руки, управляющей манипулятором. На отдельном канале записывался сигнал от ЭВМ о предъявлении целей и сигнал испытуемого о совмещении с ним управляемого пятна. Запись перехода на цель включала график зависимости пути от времени и данные о скорости совершаемого движения.

Анализируемые параметры были следующие:  $T_l$  — латентное время движения к первой цели;  $T_l'$  — время от момента подачи второго сигнала — цели ( $C_2$ ) до начала движения;  $T_{фин}$  — время фазы инерционности, т. е. время движения по инерции в направлении к первой цели от момента появления второй цели до остановки движения или, в случае отсутствия выраженной остановки, до изменения направления движения к новой цели;  $T_2$  — время остановки перед началом движения ко второй цели;  $T_{вр}$  — время перестройки и формирования программы на вторую цель, которое в зависимости от временного интервала и местоположения второй цели на ось первого движения может выражаться: в латентной стадии первого движения  $T_{вр} = T_l' + T_{фин}$  или  $T_{вр} = T_{фин}$ ; в стадии реализации  $T_{вр} = T_{фин}$  или  $T_{вр} = T_{фин} + T_2$  или  $T_{вр} = T_2$ ; в стадии контроля и коррекций  $T_{вр} = T_2$  (рис. 26а, б). Величина рефрактерности вычислялась как разность между временем реакции на вторую цель ( $T_{вр}$ ) и латентным временем движения к первой цели ( $T_l$ ).

Кроме того, анализировались временные характеристики по стадиям действия при движении к первой и второй целям, а также их скоростные характеристики.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Объектом исследова-

дования в данной работе выступило развернутое сенсомоторное действие с достаточно высоким весом собственно моторного компонента, занимавшего более  $\frac{1}{3}$  от времени выполнения целостного действия (400—500 мс), и стадией контроля и коррекций (250—350 мс), полностью отсутствующей (или скрытой, не регистрируемой) в элементарных движениях (типа нажатия на кнопку). Именно возможность анализа всех компонентов целостного действия и уже изученные свойства привели нас к гипотезе об их гетерогенности. Следует сказать, что неоднородность латентной стадии была показана ранее в работах Р. Девиса (1957), Т. Мэрилла (1957), И. Е. Цибулевского (1962), Г. Ботвинника и Г. Томпсона (1966), А. Уэлфорда (1974), Д. Гленгросса (1977) и др. В IV главе были приведены данные о том, что в одном двигательном акте присутствуют два типа управления: программный и афферентационный. Это позволяет предположить, что стадия реализации также неоднородна на всем своем протяжении и что чувствительность различных ее участков<sup>1</sup> может быть неодинакова к возмущению-сбою, вторгающемуся в привычное протекание процесса. Подобное можно предположить и относительно стадии контроля и коррекции, где выделяются временные интервалы, в которых осуществляются собственно коррекционные процессы, процессы контроля и подготовки программы нового движения.

Фоновая серия экспериментов проводилась с целью изучения зависимости временных и скоростных характеристик когнитивных и исполнительных компонентов исследуемого действия, а также для установления пределов временного разброса, характерного для каждой стадии целостного действия. Анализ результатов фоновой серии показал, что все исследуемое действие совершается в среднем за 1—1,1 с. При этом время латентной стадии составляет 280—320 мс, время стадии реализации — 400—450 мс и время стадии контроля и коррекции — 250—300 мс, с разбросом для латентной и контролирующей стадий — 50 мс, для стадии реализации — 80—100 мс.

В основной серии экспериментов латентное время ( $T_{л1}$ ) движения к первой цели соизмеримо со значениями латентного времени фоновых проб и не зависит от времени появления второй цели. Оно составляет в среднем 300 мс с разбросом, равным 50 мс. На рис. 26, а, б представлены образцы записей временных и скоростных характеристик исследуемого процесса при движении на первую и вторую цели с разными временными интервалами между ними. Для удобства сопоставления временные и скоростные кривые при разных МСИ наложены одна на другую. Рис. 26а иллюстрирует поведение временных и скоростных параметров действия при предъявлении второй цели ( $\Pi_2$ ) в латентной стадии первого

---

<sup>1</sup> Под чувствительностью стадии реализации понимается возможность оперативной перестройки совершаемого действия, скорость перестройки старой программы и формирование новой в ответ на возмущающее действие.



действия (при МСИ — 50—300 мс). На рис. 26б показано поведение тех же параметров при предъявлении второй цели ( $\zeta_2$ ) в стадии реализации (при МСИ — 300, 500, 700 мс) и стадии контроля первого действия (МСИ — 800 мс). Регистрируемые параметры

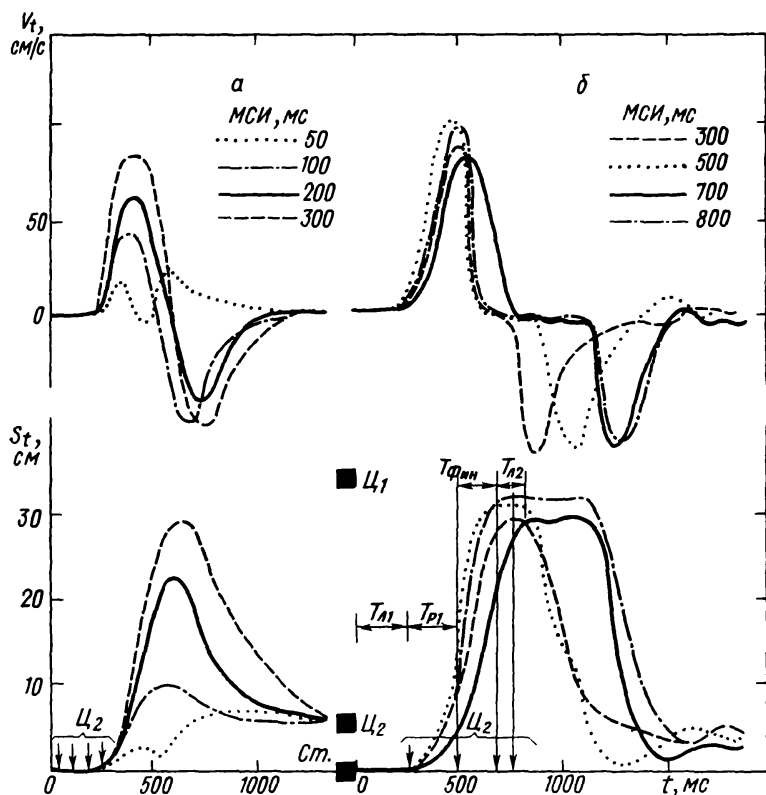


Рис. 26. Временные и скоростные характеристики движения к первой и второй цели с разным МСИ: а — предъявление второй цели во время латентной стадии движения к первой цели; б — предъявление второй цели в стадии реализации и контроля при движении к первой цели

( $T_{Л1}$ ,  $T_{Р1}$ ,  $T_{Фин}$ ,  $T_{Л2}$ ) — показаны на кривой пути от времени выборочно для МСИ—500 мс. Стрелками обозначены время и локализация второй цели ( $\zeta_2$ ) на оси первого действия. Между рис. 26а и б черными квадратами показано местоположение целей на экране индикатора. Время стадии реализации первого действия зависит от времени появления второй цели, т. е. чем меньше временной интервал между сигналами, тем меньший путь (а следовательно, и время) проходит рука в направлении к первой цели. Что же касается времени реакции ( $T_{ВР}$ ) на вторую цель ( $\zeta_2$ ),

то оно колеблется в довольно широких пределах и зависит от временного интервала между двумя целями и от локализации второй цели относительно стадий целостного действия, вызванного первым сигналом. Поэтому и величина рефрактерного периода (R) имеет ярко выраженные динамические характеристики. На рис. 27 и таблице 9 представлено поведение кривой рефрактерности в зависимости от времени появления и локализации второй цели относительно стадий первого действия.

При предъявлении второй цели в интервале 50 мс от появления первой цели в самом начале латентной стадии действия на первую цель величина рефрактерности значительна и достигает в среднем 150 мс. По мере увеличения интервала между двумя це-

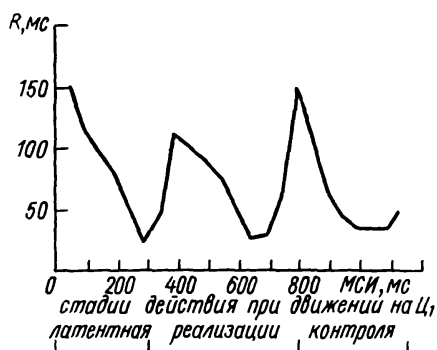


Рис. 27. Динамика рефрактерного периода в целостном действии

лями и продвижения момента предъявления второй цели к середине латентной стадии первого действия наблюдается снижение величины рефрактерности. В конце стадии организации моторного ответа, при МСИ, равном 250 мс, она сократилась более чем вдвое и составила 65 мс. Далее величина рефрактерности продолжает

Таблица 9

Динамика рефрактерного периода по стадиям целостного действия (средние данные по трем испытуемым), мс

Стадия действия	латентная	реализации	контроля и коррекций
Время появления 2-го сигнала от начала стадий	50 100 150 200 250 300	0 50 100 150 200 250 300 350 400 450	0 50 100 150 200 250 300 350
Величина рефрактерного периода	148 123 100 94 65 32	23 62 123 100 92 75 63 38 25 75	150 98 65 41 33 36 48 75

уменьшаться и в момент перехода латентной стадии в стадию реализации первого действия при увеличении МСИ от 50 до 300 мс между двумя целями уменьшилась более чем в 4,5 раза. Эти данные согласуются с результатами упомянутых выше исследований.

При увеличении МСИ и локализации момента предъявления второй цели относительно стадии реализации первого действия меняется направление изменения исследуемого параметра. При предъявлении второй цели в первые 100 мс стадии реализации наблюдается увеличение величины рефрактерности до 120 мс, т. е. по сравнению с моментом перехода латентной стадии в стадию реализации первого движения ее величина возросла в 5 раз. В течение последующих 100 мс величина рефрактерности удерживается примерно на том же уровне, а затем снова меняет знак и через 350—400 мс от начала движения снижается до 25—30 мс. С последующим увеличением МСИ и локализацией второй цели на завершающих этапах стадии реализации вновь наблюдается увеличение значений рефрактерности, которая в момент перехода стадии реализации в стадию контроля первого действия достигает 150 мс.

При попадании второй цели в стадию контроля первого действия в течение первых 150 мс (т. е. при МСИ, равном от 800 до 950 мс) происходит постепенное снижение значений рефрактерности до величины 30—40 мс, которые удерживаются на этом уровне в течение последующих 100 мс. При предъявлении второй цели в последующие 150 мс стадии контроля и коррекции наблюдается постепенное увеличение значений рефрактерности, которые достигают 75 мс.

Приведенные данные свидетельствуют о неоднозначном поведении кривой рефрактерности в каждой стадии целостного действия. В латентной стадии наблюдается последовательное уменьшение значений рефрактерности. В стадии контроля и коррекции после постепенного снижения величины рефрактерности наблюдается ее увеличение, что позволяет говорить о наличии волны рефрактерности в этой стадии действия. В стадии реализации наблюдаются две волны с двумя точками перегиба (см. рис. 27). Таким образом, можно констатировать, что не только латентная стадия, но и две другие являются неоднородными по показателям значений рефрактерности, а соответственно и чувствительности к сбою. Создается впечатление, что организация действия и его осуществление имеют квантововолновой характер.

Попробуем раскрыть внутренний смысл динамики рефрактерности, обнаруженной в каждой стадии действия. Рассмотрим ситуацию предъявления сигналов, следующих с МСИ, равном 50 мс. Поскольку в этой стадии значение МСИ минимально, то на основе гипотезы об одноканальности (Уэлфорд, 1974) можно было ожидать, что второй сигнал не окажет влияния на организацию моторного ответа и характеристики движения к первой цели.

В действительности анализ скоростных характеристик движения опровергает это предположение. Результаты показывают наличие взаимовлияния двух стимулов друг на друга, которое выражается в ослаблении действия каждого из них. Это взаимовлияние особенно сказывается на скорости движения к первой цели, максимальные значения которой понизились почти в 5 раз в сравнении с фоном. Скоростные характеристики движения ко второй цели оказываются также существенно меньше (более чем в 2 раза) зарегистрированных при движении к этой же цели в фоновых пробах (см. рис. 26,а). Чем больше МСИ, тем больший участок проходит рука в направлении к первой цели и тем больше время движения и выше его максимальная скорость. Результаты анализа скоростных характеристик движений к первой и второй целям дают основания заключить, что, во-первых, при предъявлении двух следующих друг за другом сигналов обнаружено взаимовлияние их друг на друга и, во-вторых, степень взаимовлияния находится в обратной зависимости от величины интервала между сигналами. Иначе говоря, чем больший участок времени разделяет сигналы, тем меньше их взаимовлияние и тем более движения, ими вызванные, походят на движения, вызванные на каждый из них отдельно (см. рис. 26,а). Эти данные, как указывалось выше, противоречат гипотезе одноканальности процесса переработки информации. Если принять эту гипотезу, то о влиянии второго стимула на первый не может быть и речи. Наши данные свидетельствуют не только о влиянии второго сигнала на первый, но, что особенно интересно, и о влиянии первого сигнала на второй. Взаимовлияние двух сигналов, выражающееся в уменьшении максимальной скорости перемещения к обоим целям, свидетельствует о том, что они одновременно могут находиться в стадии организации моторного ответа, т. е. «ворота» Уэлфорда оказываются открытыми для приема новой порции информации, в то время когда еще идет переработка ранее полученной. Дискретность процессов построения действия, постулируемая 3-компонентной моделью Уэлфорда, не вызывает сомнения, в то время как его предположение о независимости выделенных им стадий противоречит полученным нами результатам.

Именно из-за того что степень влияния двух сигналов особенно высока при минимальных МСИ, равных 50 мс, времени на организацию ответа на второй сигнал требуется на 100—200 мс больше, чем на организацию ответа на первый сигнал, что и выражается в высоких значениях показателя рефрактерности (см. рис. 27). По мере увеличения интервала между двумя сигналами действие одного на другой ослабляется и времени на организацию ответа на второй сигнал требуется меньше, соответственно и значения показателя рефрактерности уменьшаются. При еще больших МСИ, когда появление второй цели практически совпадает с началом движения руки к первой цели, совершаемое движение, достигая зоны первой цели (без периода контроля за осуществив-

шимся движением и без латентного периода предстоящего движения) плавно переходит в направлении ко второй цели. В этом случае время реакции ( $T_{вр}$ ) на вторую цель практически равно латентному периоду первого действия. Минимальные значения показателя рефрактерности в этом случае можно объяснить тем, что к моменту появления второй цели уже завершена работа по организации ответа на первую цель и второй сигнал беспрепятственно проходит все уровни когнитивной обработки — от приема информации до организации нового моторного ответа. Иными словами, во время осуществления движения к первой цели не только модифицируется функциональная структура действия, но и полностью завершаются процессы организации движения ко второй цели. Таким образом, в условиях предъявления двух целей, разделенных интервалом, равным 300 мс, когнитивные стадии, связанные с организацией движения ко второй цели, могут осуществляться одновременно с исполнительными стадиями, т. е. одновременно с движением к первой цели. Это свидетельствует о возможности параллельной работы когнитивных и исполнительных компонентов действия при решении разных двигательных задач.

Описанная картина сохраняется и в течение последующих 50 мс при предъявлении второй цели в самом начале движения к первой, т. е. наблюдается полное отсутствие латентного периода ( $T_{л2}$ ), который должен был бы предшествовать движению ко второй цели. Время реакции ( $T_{вр}$ ) на вторую цель состоит целиком из фазы инерционности ( $T_{фин}$ ), равной 320—350 мс. Таким образом, при предъявлении второй цели в самом начале движения к первой перестройка старой программы в новую и организация программы движения на вторую неожиданно появившуюся цель полностью осуществляется во время движения, совершаемого по инерции к первой, уже исчезнувшей цели. Эти данные противоречат утверждению Б. Рейнольдса о том, что увеличение времени реакции на второй сигнал объясняется преодолением инерции после совершения первого движения. Иначе говоря, в течение временного интервала, равного в среднем 330 мс, параллельно осуществляются два, казалось бы, взаимоисключающих процесса: моторный, выражающийся в осуществлении движения к первой цели, и когнитивный, направленный на формирование программы движения к новой цели. Показатель рефрактерности в этот период минимален и равен 20—40 мс. Каким же образом одновременно осуществляются два таких разнородных процесса? Согласно данным о сосуществовании двух типов управления в одном двигательном акте движение в начале своем осуществляется по программе, сформированной в стадии организации моторного ответа, и не нуждается в текущих коррекциях. Следовательно, если в рассматриваемый момент времени появляется неожиданный сигнал, в когнитивных компонентах, для которых, казалось бы, нет специального места на временной оси, беспрепятственно осуществ-

вляются процессы, связанные с организацией ответа на новую цель.

При предъявлении второй цели в последующие 150—200 мс (при МСИ, равном 400—550 мс) наблюдается увеличение показателя рефрактерности. Это объясняется тем, что в этот интервал в когнитивных компонентах действия совершается активная работа, связанная с сопоставлением текущих и заданных значений параметров движения и на этом основании формируется программа коррекций первого движения. Поэтому время реакции ( $T_{вр}$ ) на вновь появившуюся цель в эти временные интервалы увеличивается и соответственно увеличивается и показатель рефрактерности. По мере того как локализация второй цели все более удаляется от начала первого движения, меняется соотношение фазы инерции и латентного периода на вторую цель. Перестройка и планирование движения на вторую цель уже не может осуществляться в течение инерционной фазы ( $T_{фин}$ ), и второй латентный период ( $T_{л2}$ ) приобретает все больший вес. Наконец, в момент перехода стадии реализации первого движения в стадию контроля инерционная фаза исчезает. Перестройка движения и организация ответа на новую цель теперь осуществляются во время второго латентного периода.

Кривая рефрактерности при предъявлении второй цели в период стадии реализации первого действия (см. рис. 27) имеет волновой характер. Наименьшие ее значения наблюдаются при появлении второго сигнала в самые начальные моменты движения к первой цели и через 300—400 мс после начала движения. Возможное объяснение первому падению кривой рефрактерности состоит в том, что в когнитивных компонентах действия завершена организация первого движения, и они освободились для приема вновь поступающей информации. Второе падение кривой рефрактерности объясняется появлением нового кванта действия. В описанном ранее исследовании (см. гл. III.1.1.) было показано, что при освоении нового сенсомоторного пространства выделяется этап, который характеризуется тем, что единое действие разрывается и превращается в цепь последовательных относительно самостоятельных действий (квантов), идущих в направлении к цели, с отчетливо выделяемыми собственными программирующими, моторными и контролирующими стадиями. По мере освоения моторного пространства и формирования навыка движение осуществляется со все возрастающей скоростью. Наконец, наступает период, когда выделение отдельных квантов действия с помощью имеющихся средств регистрации не представляется возможным. В качестве существенного доказательства наличия квантов в моторной части могут служить анализируемые волны рефрактерности, характеристики которых меняются в зависимости от скорости осуществления действия.

Для выяснения этого вопроса была предпринята контрольная серия экспериментов, в которых испытуемые работали с навязан-

ными им скоростями: быстрой (близкой к баллистической), комфортной (скорость основной серии) и медленной (т. е. движение выполнялось за 200—250 мс; 400—500 мс; 1300—1400 мс соответственно). Результаты свидетельствуют о том, что величина рефрактерного периода увеличивается с падением скорости: так, кривая рефрактерности при баллистической скорости располагается в зоне  $-50 - +50$  мс; на комфортной скорости — в зоне  $0 + 100$  мс и на медленной — в зоне  $-50 + 250$  мс (табл. 10). Кроме того, поведение кривой рефрактерности различно при разных скоростях. На быстрой скорости, где все движение занимает 200—250 мс, значения рефрактерности при попадании второй цели в самые первые моменты движения к первой составляют  $-50$  мс; при попадании через 100 мс они составляют  $-20$  мс. И только при по-

Таблица 10

**Динамика рефрактерного периода в зависимости от скорости первого движения и времени появления 2-го сигнала, мс**

Время появления 2-го сигнала от начала 1-го движения	Время первого движения		
	200 мс	400 мс	1500 мс
0	-47		
50	0	+23	
100	-20	-1	+34
150	-5	+107	
200	+40	+76	-1
250		+6	
300		0	+27
350		+40	
400		+100	+254
500			+47
600			+19
700			+6
800			+47
900			+133
1000			+93
1100			-53
1200			+46
1300			+154

падании второй цели в конечные моменты движения к первой цели величина рефрактерности составила  $+40$  мс. Иначе говоря, на быстрой скорости осуществления действия явление психологической рефрактерности отсутствует. Этот факт еще раз подтверждает положение о том, что при совершении движений, управляемых по программному типу, когнитивный компонент действия открыт для новой порции информации, времени на обработку которой и организацию ответа требуется столько же или даже меньше, чем на первый сигнал. Здесь уместно провести аналогию с физиологической рефрактерностью, которая также может иметь отрицательные значения при попадании второго стимула в фазу разлитого возбуждения, вызванного пер-

вым стимулом (Орбели, 1935). Это сокращение латентного периода можно рассматривать как форму следового эффекта (Соколов, 1969).

Поведение кривой рефрактерности на комфортной скорости совпадает с результатами основной серии экспериментов. Что же касается динамики кривой рефрактерности на медленной скорости,

то, помимо того, что ее абсолютные значения в 2,5 раза превышают величины, полученные на комфортной скорости, она имеет значительно более ярко выраженный волновой характер. Если на комфортной скорости было зарегистрировано две волны, то на медленной скорости имеются три-четыре волны. Увеличение числа волн свидетельствует, на наш взгляд, об увеличении количества квантов действия. И, действительно, движение, совершаемое на медленной скорости, приобретает черты серии развернутых действий с присущей каждому из них структурой. Возрастание абсолютных значений показателя рефрактерности на медленной скорости осуществления движения свидетельствует о том, что в этом случае превалирует афферентационный тип управления. Когнитивные компоненты действия загружены отработкой коррекционных процессов, поэтому на составление программы движения к неожиданно появившейся цели требуется существенно больше времени, чем для отработки программы первого действия.

Итак, результаты контрольной серии экспериментов показали, что, во-первых, тип управления движениями меняется в зависимости от скорости осуществления действия<sup>2</sup>, и, во-вторых, дали новые подтверждения наличия квантов в стадии реализации.

Обратимся к характеристике поведения рефрактерности на последней стадии действия. Предъявление второй цели при переходе стадии реализации в стадию контроля и коррекций вызывает наибольший подъем рефрактерности, которая достигает 150 мс (см. рис. 27 и табл. 9). В начале стадии контроля и коррекций осуществляются активные коррекционные процессы, направленные на совмещение управляемого пятна с первой целью. Поскольку когнитивные компоненты действия заняты составлением программы коррекционных движений, время на программирование нового движения увеличивается и соответственно возрастают абсолютные значения рефрактерности. В течение последующих 150—200 мс наблюдается снижение значений рефрактерности до 40 мс. Это снижение можно объяснить затуханием коррекционных процессов, сменяющихся собственно процессами контроля. Далее, в течение последующих 100 мс наблюдается период стабилизации полученных значений рефрактерности. В этот период уже закончены коррекционные процессы и осуществляются только процессы контроля за адекватностью совершенного действия, поэтому формирование программы на вновь появившуюся цель проходит значительно легче, чем в период активных коррекционных процессов.

---

<sup>2</sup> В предшествующих главах было показано, что преобладание того или другого типа управления зависит от сложности осуществляемого действия, степени освоенности и стабильности условий его осуществления; этими же обстоятельствами определяется и количество квантов действия.



По окончании периода стабилизации вновь наблюдается незначительное повышение значений рефрактерности, доходящее до 75 мс. На этом основании в стадии контроля и коррекций можно выделить интервал времени, в котором уже завершены процессы, связанные с отработкой первой цели, а активизируются процессы, ответственные за формирование программы следующего движения (в данном случае возвратного). Эти данные представляют большой интерес для решения вопроса о программировании серийных движений. Они подтверждают гипотезу Н. А. Бернштейна (1966) о «цепном» программировании движений, где каждое предыдущее служит экфратором последующего. Следовательно, в те временные интервалы, в которые когнитивные компоненты действия заняты либо коррекционными процессами, либо отработкой новой программы движения, восприятие любого нового сигнала и организация ответа на него требует значительно большего времени, чем для отработки первого сигнала.

Таким образом, поведение психологического рефрактерного периода оказалось хорошим индикатором структурных характеристик действия и подтвердило гипотезу о гетерогенности функциональной структуры целостного действия и его компонентов.

В работе прослежена динамика рефрактерного периода, показан его волновой характер, отмечены зоны наибольшей и наименьшей чувствительности к возмущающим воздействиям. На кривой рефрактерности отмечены зоны наибольших ее значений: первый — в самом начале движения, при МСИ равном 50 мс; второй — через 100—150 мс от начала стадии реализации первого движения, при МСИ — 400—500 мс (на комфортной скорости выполнения действия), и третий — в момент перехода стадии реализации в стадию контроля и коррекций первого движения, при МСИ — 800—900 мс. Эти зоны высоких значений показателя рефрактерности соответствуют зонам наименьшей чувствительности к возмущающим воздействиям. При попадании второго сигнала в зоны наименьшей чувствительности наблюдается не только увеличение времени реакции на второй сигнал, но и в некоторых случаях увеличение времени стадии реализации. Соответственно волнам на кривой рефрактерности выделены временные интервалы наименьших значений рефрактерности. Первый — конец латентной стадии и начало стадии реализации, при МСИ — 250—350 мс; второй — при МСИ 600—700 мс (на комфортной скорости) и третий — середина стадии контроля и коррекций, при МСИ — 950—1050 мс. Наименьшие значения рефрактерности соответствуют зонам наименьшей чувствительности к возмущающим воздействиям. Время реакции на второй сигнал, при попадании его в зоны наибольшей чувствительности, сравнимо со значениями времени реакции на первый сигнал. При этом скоростные характеристики движения как на первый, так и на второй сигнал равны значениям фоновых проб.

Кроме того, результаты исследования свидетельствуют, что при предъявлении второго сигнала через 250—300 мс после первого и при локализации его в конце латентной стадии или начале стадии реализации, помимо отмеченных максимальных значений чувствительности к возмущающим воздействиям, меняются и структурные характеристики действия. Так, начатое движение, вызванное появлением первого сигнала, после появления второго не прекращается, доходит до зоны первой цели, а затем плавно, без остановки меняет направление своего движения по пути ко второй цели. Иначе говоря, два дискретных движения превращаются в одно непрерывное, что, безусловно, экономично с точки зрения достижения конечного результата действия. Следовательно, зная динамику поведения рефрактерности при совершении сенсомоторного действия и зоны чувствительности к возмущающим воздействиям, можно вводить сигналы со строго дозированными пространственно-временными интервалами. Знание этих законов может быть чрезвычайно полезным при необходимости отслеживания двух целей в ситуации неопределенности и дефицита времени.

Выделенные в результате анализа зоны чувствительности подтверждают гипотезу о гетерогенности как каждого компонента, так и целостного сенсомоторного действия. Волновой характер кривой рефрактерности свидетельствует о наличии квантов действия в стадии реализации двигательного акта, пространственно-временной характер которых определяется двигательной задачей, степенью освоенности действия и скоростью его осуществления.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиски путей и методов, дающих возможность вскрыть функциональную структуру и психологические особенности кванта действия.

\* \* \*

В настоящей и предыдущей главах основным предметом исследования была чувствительность движения, которая изучалась различными методами. В IV главе изложены особенности чувствительности движения к текущей зрительной обратной связи; в V главе изложены особенности чувствительности движения к экстренным изменениям двигательной задачи (явление психологической рефрактерности).

Применение этих методов позволило установить факт различной чувствительности моторного компонента действия на различных временных интервалах его осуществления. В обеих экспериментальных ситуациях была обнаружена различная чувствительность моторного компонента, подробно описанная выше. Здесь мы хотим обратить внимание на то, что на начальном этапе реализации моторного компонента действия характеристики его чувствительности, выявляемые с помощью различных методов, оказались неодинаковыми.

Результаты, полученные с помощью выключения обратной связи, свидетельствуют о том, что на начальной фазе (150—200 мс) чувствительность моторного компонента минимальна. Выключение обратной связи не сказывается на точности и скорости действия и даже субъективно не замечается испытуемыми. Результаты, полученные с помощью введения сбоев, свидетельствуют о прямо противоположном. На начальной фазе моторный компонент действия (50—100 мс) обладает очень высокой чувствительностью к внешнему воздействию. Рефрактерность в этом интервале времени минимальна, а чувствительность (обратная величина рефрактерности) максимальна.

Различные значения величины обеих форм чувствительности зарегистрированы и на более поздних временных интервалах осуществления моторного компонента действия.

Этот факт лишь на первый взгляд кажется парадоксальным. На самом деле мы столкнулись с двумя принципиально различными формами чувствительности. В первом случае (обратная связь) начальная фаза движения совершается по программе, и его баллистическая стадия не нуждается в сенсорных коррекциях и соответственно в обратной связи. Они понадобятся после завершения баллистической стадии для минимизации ошибки, допущенной при выполнении программы. Это подтверждается результатами, полученными при выключении зрительной обратной связи через 240 мс после начала движения. Во втором случае (рефрактерность) максимальная чувствительность к изменению двигательной задачи на той же баллистической стадии объясняется именно свободной от коррекционных процессов. На этой стадии важнее решить другой вопрос. Следует ли продолжать движение в том же направлении или при изменившихся обстоятельствах необходимо не столько корректировать осуществляемое движение, сколько кардинально менять его направление и строить программу нового?

Обнаруженные различия в чувствительности моторного компонента действия имеют различную природу. В первом случае — это чувствительность к движению как к таковому, во втором случае — это чувствительность к ситуации, а следовательно, и к новой программе, построенной под влиянием изменений, обнаруженных в ситуации. Важно подчеркнуть, что в обоих случаях мы имеем дело именно с чувствительностью. Необходимо, разумеется, провести более тщательное сопоставление обнаруженных волн рефрактерности (и, соответственно, волн чувствительности) с чувствительностью к зрительной обратной связи на последующих стадиях осуществления движения. Сейчас для такого сопоставления мы не обладаем достаточными экспериментальными данными, в частности, из-за того что в обеих экспериментальных сериях использовалась различная по величине дискретность временных интервалов. Однако и до такого сопоставления можно предположить, что моторный компонент действия обладает чувствитель-

ностью (различной по величине и по характеру — можно даже сказать по модальности) на всем протяжении своего осуществления. Такое предположение важно в свете теоретической проблематики исследования живого движения и чувственно-предметного действия, очерченной в первой главе настоящей книги. Найденные эффекты чувствительности движения представляют собой конкретно-научное обоснование правомерности использования категории чувственно-предметного действия, поскольку они свидетельствуют о наличии «чувственности» в структуре ткани действия. То, что чувствительность разномодальна и, возможно, не исчерпывается изученными нами формами<sup>3</sup>, лишний раз подчеркивает сложность исследуемого объекта.

Можно предположить, что и на следующих стадиях развертывания моторного компонента мы столкнемся с аналогичными соотношениями чувствительности к выполняемому движению и к ситуации. Подобные противоположные отношения имеют глубокие биологические и психологические основания, которые мы попытаемся эксплицировать. Предположим, что движение все время будет максимально чувствительно к самому себе. В этом случае оно будет «слепое», т. е. не сможет адекватно приспособиться к меняющейся ситуации и будет иметь характер спонтанных моторных персевераций. Имеется и другая возможность. Предположим, что движение все время будет максимально чувствительно к ситуации, которая непрерывно меняется. Постоянный учет этих изменений не позволит начать движение, чтобы оно началось, его нужно выпустить из-под контроля.

В этих двух предположениях и их следствиях заключено реальное противоречие. Выходом из него является чередование различных форм чувствительности. Обе формы чувствительности должны присутствовать, но они должны быть сдвинуты по фазе одна относительно другой. Приведенные рассуждения достаточно просты и кажутся очевидными. Это то, с чем психология да и обыденное сознание постоянно имеют дело. Речь идет о привычном чередовании когнитивных и исполнительных фаз деятельности. Но такое чередование, оказывается, существует не только на макроуровне деятельности, оно присутствует и в микроинтервалах времени. И здесь мы подходим к важнейшей проблеме, к проблеме величины интервалов. На какое время движение может быть выпущено из под контроля и на какое время возможна «слепота» к ситуации? Превышение любого из этих интервалов может быть губельно как для субъекта, так и для дела. Здесь время становится «действующим лицом». Достаточно сослаться на то, что рекордсмен может пробежать 10 м за 1 с. Пример, конечно, иск-

---

<sup>3</sup> Р. Х. Георгиева (1980) сделала успешную попытку использовать характеристики движений в качестве показателя различных сенсорных состояний субъекта. Она показала, например, зависимость амплитуды движения от видимой яркости стимула.

лючительный, но и при меньшей скорости потеря контроля за движением или за ситуацией даже на 1 с может привести к печальным последствиям.

Проще всего разрешить обсуждаемое противоречие ссылкой на распределение внимания. Но ведь данные свидетельствуют о волнах обеих форм чувствительности движения. Да и классические результаты свидетельствуют о том, что распределение внимания между разномодальными сигналами (движение стрелки и звук) в микроинтервалах времени невозможно.

Значит, разумно предположить, что в моторном компоненте действия присутствуют переходные процессы. Одна форма чувствительности переходит в другую, т. е. чувствительность к ситуации сменяется чувствительностью к обратной связи, затем снова повышается чувствительность к ситуации и т. д. Но этой смене форм чувствительности соответствует и смена скоростных характеристик движения. Баллистическая стадия сменяется тормозной, затем снова следует баллистическая и т. д. Видимо, имеются не только волны чувствительности, но и волны скорости осущестления движения. Последние не видны невооруженным глазом, не ощущаются в самонаблюдении, но они отчетливо фиксируются с помощью «микроскопии времени» или «микроскопии хронотопы». Электромиографические корреляты этого явления получены в исследованиях А. Гидикова и Л. Митрани, которые нашли, что мышечная сила претерпевает колебания, причем наблюдается 10—12 максимумов каждую секунду (1971, с. 421). «Частота» этой дискретности варьирует от внешних условий движения и степени напряженности обоих антагонистов (Казаров, 1971, с. 427). Ранее подобное явление отмечал А. А. Ухтомский, писавший, что мышца отпускает свое сопротивление некоторого рода «квантами» (1950, т. 1, с. 259). Таким образом, мы вновь приходим к идее кванта живого движения, или кванта чувственно-предметного действия. Эпитет «чувственно-предметный» отличает психологическое понятие «квант» от понятия «квант действия», введенного в физику Максом Планком. Квант чувственно-предметного действия характеризуется не только скоростными характеристиками (разумеется, более скромными, чем постоянная Планка), но и чувствительностью, причем ее двумя описанными выше формами. Каждый квант действия, благодаря его гетерогенности может вызвать другой квант действия или трансформироваться в квант восприятия или оценки. Другими словами, квант действия представляет собой одновременно и частицу и целое, поскольку он может трансформироваться в любую другую частицу, которую он содержит в себе.

На очереди стоит определение пространственно-временных характеристик кванта чувственно-предметного действия. Это очень сложная задача, решение которой потребует значительных усилий в области теории и большой экспериментальной изошренности. Сейчас можно лишь указать, что один из возмож-

ных путей определения этих характеристик состоит в исследовании динамики чувствительности движения. Наши данные, которые в этом отношении должны считаться предварительными, дают основания считать, что длительность кванта инструментального действия находится в пределах 200 мс.

Использование динамики чувствительности для определения кванта пространственно-предметного действия в некотором отношении подобно использованию динамики чувствительности для определения кванта восприятия. Выше мы указывали величину кванта восприятия (300 мс), приведенную Д. Бродбендом. Эта величина совпадает с длительностью зрительных фиксаций, которые при решении многих перцептивных задач лежат в пределах этого временного интервала. Однако исследования парасаккадического подавления чувствительности зрительной системы свидетельствуют о том, что она неоднородна на протяжении одной зрительной фиксации (Гордеева и др., 1972; Луук, Романюта, 1972). Во временных окрестностях скачка глаза (в интервале 100—25 мс до скачка и 25—75 мс после него) чувствительность зрительной системы снижена примерно на 40—60%. Значит, максимальная чувствительность зрительной системы (квант восприятия) по длительности меньше зрительной фиксации и находится в пределах 150 мс. Другими словами, величины кванта действия и кванта восприятия оказываются вполне соизмеримы по длительности.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиски путей и методов, дающих возможность вскрыть функциональную структуру и психологические особенности квантов чувственно-предметного действия и восприятия.

## Функциональная модель предметного действия

В последние десятилетия психология ищет новый язык для описания психической реальности. Результаты психологических исследований действий, восприятия, памяти, мышления все чаще описываются с помощью иерархически организованных функциональных блок-схем, когнитивных карт, структур, моделей, логикоматематических конструкций. Немалую роль в нахождении нового языка описания сложноорганизованных объектов, к числу которых относятся и объекты исследования психологической науки, играют принципы системного подхода (Садовский, 1974; Юдин, 1978; Кузьмин, 1980; и др.).

Идеи системного строения психических функций и первые попытки их системной интерпретации возникли задолго до системного движения в методологии и логике научного познания. Системная интерпретация психики, впрочем, весьма различная по своим исходным установкам и формам реализации, была выдвинута в 20—30-е годы: гештальтпсихологией, культурно-исторической концепцией Л. С. Выготского, концепцией генетической психологии Ж. Пиаже и рядом других возникших в эти годы психологических теорий (Садовский, 1981). Л. С. Выготский, например, в 1932 г. предлагал называть «психологической системой, имея в виду ее сложное функциональное строение», такие формы деятельности, «которые выходят за пределы тех процессов, которые мы привыкли называть «функциями» ... Для этой системы характерны господствующие внутри нее межфункциональные связи и отношения» (Выготский, 1960, с. 346). В эти же годы идеи системного строения физиологических функций развивал А. А. Ухтомский. Многие из этих идей не утратили своего значения и в наши дни.

Среди современных концептуальных схем, развитых в рамках системной методологии, наиболее близкое отношение к психологии, на наш взгляд, имеет концептуальная схема функционально-структурного анализа. Категория функциональной структуры сложилась в итоге теоретических и экспериментальных исследований связей и отношений в различных системах. Функциональная структура определяется как закон связи между функциональными компонентами исследуемого объекта. Под компонентами по-

нимаются локализованные в пространстве и времени различные формы активности, в том числе направленные действия или фазы процесса деятельности.

Принципы функционально-структурного анализа, развиваемые применительно к анализу деятельности, должны исходить из положения о том, что «деятельность — это не реакция и не совокупность реакций, а система, имеющая свое строение, свои внутренние переходы и превращения, свое развитие» (Леонтьев, 1972, с. 98).

Как известно, каждое из действий, входящих в структуру деятельности, подчинено своей особой цели. Цель в психологической теории деятельности рассматривается как результат развернутой деятельности целеобразования, порой представляющей собой длительный процесс опробования целей действием и их предметного наполнения (Леонтьев, 1972). Следовательно, действие должно рассматриваться не только как средство достижения цели, но и как процесс контакта субъекта с предметным миром, на основе которого конкретизируется цель, т. е. как средство формирования цели. Поэтому от предметного содержания деятельности зависят не только состав действий и способы их реализации, но и внутренние переходы от одного действия к другому, их организация в определенную последовательность. Последняя может характеризовать уровень деятельности, ее форму и вид.

Таким образом, деятельность представляет собой сложнейшую функциональную организацию целого ряда когнитивных, исполнительных, целеобразующих, эмоционально-оценочных и прочих процессов, осуществляющихся на различных уровнях; между которыми существуют весьма подвижные взаимоотношения. В определенном акте деятельности проявляются не все потенциально возможные свойства компонентов, входящих в его структуру, а чаще всего свойства, необходимые для достижения цели в тех или иных конкретных условиях деятельности. В равной степени это относится и к типам взаимосвязей между компонентами на том или ином уровне осуществления деятельности.

При системном описании деятельности методологическими опорными точками должны служить ее «организмическое», «морфологическое» представление и уподобление деятельности функциональному органу; типология компонентов (например, поисковых, опознавательных, исполнительных действий или их множеств, с которыми связаны и характер переработки информации, и результаты деятельности); типы связей между компонентами (генетические, функциональные и т. д.), характеризующие порядок их взаимодействия; направленность упорядоченности компонентов и их связей, которая отражает организацию деятельности и отношения субъекта со средой в процессе ее осуществления. Очевидно, что компоненты не могут быть равнозначными, среди них можно выделить основные и производные, главные и второстепенные.



Целостная структура деятельности, равно как и действия, может включать в себя образования, принадлежащие к различным уровням (развития, функционирования). Так, например, тот или иной когнитивный компонент (сенсорный эталон, образ, схема и т. п.) может входить в состав деятельности, действия, операции и даже функционального блока. К этому может быть добавлена и вариативность эмоционально-оценочных компонентов. Другими словами, возможно большое число комбинаций из компонентов, принадлежащих к разным уровням. Эти различные комбинации диктуются предметным содержанием и задачами деятельности. Последние определяют, какой из компонентов деятельности может взять на себя функцию доминирующего, системообразующего фактора. Ситуация усложняется еще и тем, что разные компоненты могут попеременно выполнять функции системообразующего фактора, детерминировать течение деятельности и служить условием ее целостности.

Для описания подобной целостности оказывается недостаточным понятие иерархической структуры. Хотя это понятие и представляет собой огромный шаг вперед по сравнению с линейными цепочками управления, допуская передачу управления определенными сторонами процесса с высших на нижележащие уровни, оно все же не дает возможности объяснить существенные особенности исполнительных, когнитивных и эмоционально-оценочных процессов, взятых как целое. Сейчас накапливается все больше данных, свидетельствующих о том, что управление психическими процессами и взаимодействие субъекта с предметным миром протекают по типу полифонического или гетерархического объединения иерархий, подчас тесно связанных друг с другом, но не имеющих фиксированного центра управления.

Приведенные рассуждения соответствуют новым тенденциям, возникшим в рамках системного подхода. Для системного подхода неприменим способ оценки системы через весомость отдельных показателей. Система характеризуется наличием многих переменных, связанных между собой по типу динамического равновесия, для описания которого все меньше оказывается пригодным традиционное понимание части и целого, причины и следствия. Системная связь построена таким образом, что каждый компонент системы может быть рассмотрен как ее центр. В такой полицентричности, отражающей реальную сложность развития и функционирования системы, заключается ее способность не только к перераспределению внутренних связей, но и к умножению смыслов. Эта способность есть неперенное условие (и критерий) ее жизнестойкости. Следует обратить внимание на то, что подобная полицентричность системы деятельности была бы невозможна, если бы она состояла из принципиально разнородных элементов. Компоненты деятельности происходят из одного источника, каким является живое движение. Поэтому они, так сказать, родственны друг другу, причем не только по способу происхождения, но и

по способу функционирования, благодаря чему возможно не только взаимодействие между ними, но и трансформация одних компонентов в другие. Эти трансформации дают деятельности возможность компенсаций, замещений, обходных путей и варьирования способов достижения цели.

Исследование подобных развивающихся гетерархических функциональных структур, построенных из образований, существенно различающихся по своим «фенотипическим» формам, но тем не менее имеющих единый «генотипический» источник — живое движение, — представляет серьезную проблему.

Как указывалось выше, соотношение постоянных (структурных) и переменных (программных) характеристик в деятельности определяет ее форму и вид. Для некоторых систем (видов деятельности) характерны жесткая связь структурных компонентов и высокая их упорядоченность. Регулирование и управление в таких случаях осуществляется только при наличии наперед заданной цели, а программы управления отличаются постоянством топологических характеристик, одновременностью или строгой последовательностью актуализации. Для более гибко организованных систем характерна способность к поиску наиболее адекватного внутреннего строения. Конечный результат в этом случае будет достигаться не путем осуществления стабильных и стереотипных программ, а посредством установления взаимозаменяемых подвижных связей между структурными компонентами деятельности. Такая организация получила название самонастраивающейся. И, наконец, наиболее сложные формы психической деятельности отличает включение цели как в структуру всего процесса, так и в структуру каждого отдельного его компонента. В данном случае проверяются и корректируются не только способы действий, но и адекватность выбранной цели, в связи с чем внутреннее строение и соответственно пространственные и временные связи между компонентами деятельности оказываются изменчивыми. Подобные процессы обычно называют саморегулирующимися. Если проследить изменение признаков, или свойств, трех типов организации (жесткой, самонастраивающейся, самоорганизующейся), то становится очевидным, что при переходе от первого ко второму и особенно к третьему типу появляется большая свобода в определении цели процесса, расширяется зона возможных направлений действия. Жесткость взаимосвязей между компонентами соответственно снижается, увеличивается их взаимозаменяемость, вплоть до стирания отчетливых границ между ними! (см. более подробно: Гордон, В. П. Зинченко, 1978).

Разумеется, системы более низкого ранга могут входить в системы более высокого ранга и функционировать совместно под контролем последних. Однако такой порядок не является единственным. Нередки случаи, когда системы «выжимаются» одна из другой (в процессе становления, развития) и могут одновременно рассматриваться как оболочка и как продукт. Исследование

трансформации самоорганизующихся систем в самонастраивающиеся и, возможно, в жесткие и выявление своеобразия подобных «вторичных» по своему происхождению систем представляет собой немалый научный и практический интерес.

Задача настоящей главы состоит в том, чтобы на основании представленного в книге историко-теоретического очерка исследования движений и действий, изложенных принципов функционально-структурного и микроструктурного анализа и результатов собственных экспериментальных исследований инструментальных двигательных актов предложить модель функциональной структуры человеческого действия. Эта модель должна отражать черты всех трех типов систем — жесткой, самонастраивающейся и самоорганизующейся.

При этом под системой (функциональной структурой) мы будем понимать совокупность взаимодействующих между собой более или менее сложных структур или процессов, объединенных в целое выполнением некоторой общей функции, которую не может осуществить ни один из ее компонентов (Л. фон Берталанфи, 1973).

Построение модели живого движения или предметного действия представляет собой большие трудности: «Мы не можем представить, выразить, смерить, изобразить движение, — писал В. И. Ленин, — не прервав непрерывного, не упростив, угрубив, не разделив, не омертвив живого»<sup>4</sup>. Решение этой задачи содержит в себе реальное противоречие, связанное с трудностью воспроизведения и сохранения в статической модели динамических свойств движения. Именно эти трудности приводили к тому, что многие авторы придавали большое значение следам памяти, что в конечном итоге выражалось в том, что модели движения представляли как модели памяти (см. гл. IV. 1). Возможным способом разрешения указанного противоречия является трактовка компонентов системы не только и не столько как форм памяти (хотя это свойство в них присутствует), сколько как форм активности, что и предусматривается логикой функционально-структурного и микроструктурного анализов.

Прежде чем переходить к описанию модели развитого предметного действия, остановимся еще на одном вопросе. Выше неоднократно говорилось о том, что предметное действие должно рассматриваться как «неразвитое начало развитого целого». Важной задачей мы считали демонстрацию и обсуждение порождающих свойств действия. Вместе с тем мы не располагаем материалами для того, чтобы детально проследить его эволюцию.

Развитие предметного действия — это процесс, который еще ждет своих исследователей. На рис. 28 схематически показан лишь общий путь его развития от нерасчлененного гетерогенного образования к выделению в нем все более специализированных

---

<sup>4</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 233.

компонентов, к установлению все более многообразных связей между ними. Видимо, главным в процессе развития является выделение когнитивных и оценочных компонентов действия. Исследования, изложенные в предыдущих главах книги, показывают, что совершенствование отдельных компонентов действия происходит не равномерно, а с некоторым сдвигом во времени. Исходным пунктом в формировании целостного предметного действия является функционирование моторного компонента, потом из него, в качестве специальных и относительно самостоятельных, выделяются когнитивные и, наконец, оценочные. Затем вновь происходит совершенствование моторного компонента, уже освобожденного от значительной части первоначально выполнявшихся им когнитивных и оценочных функций. Процесс развития и формирования действия идет циклически. Выделение и специализация

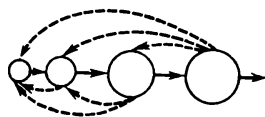


Рис. 28. Эволюция и инволюция действия

каждого нового компонента становится базой для развития и совершенствования других. Имеется большой соблазн воспользоваться для описания подобного хода развития понятием «гетерохрония», введенным в прошлом веке Э. Геккелем для описания отклонений (искажений) онтогенеза, в том числе и эмбриогенеза, от биогенетического закона. Однако в рассматриваемом случае мы имеем дело не столько с отклонениями, и тем более не с искажениями некоторого идеального процесса развития, а с его нормой.

На приведенной схеме обратными стрелками показана возможность инволюции предметного действия, возврата к предшествующим стадиям его формирования. Инволюция происходит по разным причинам. Она может быть кратковременной, связанной со сменой функциональных состояний субъекта, и длительной, связанной с отсутствием упражнений, с возрастом, с травмой и т. д. Естественно, что чем более дифференцирована структура предметного действия, тем более она устойчива к факторам, вызывающим его обратное развитие.

Мы шли к построению функциональной модели предметного действия, используя метод формирующего или, по словам Л. С. Выготского, объективирующего эксперимента, давая испытуемым новые для них внешние средства деятельности и наблюдая степень и природу инструментального овладения задачами.

Главным достоинством объективирующего метода является то, что с его помощью раскрывается не только конечный эффект операции, но ее специфическая психическая структура. «Если метод «стимул-реакция» был объективной психологической методикой, ограничивающей область исследования только теми процессами, которые являются внешними в поведении человека, то наши методики с полным правом могут быть названы объек-

тивирующими. Они направлены непосредственно на изучение внутренних психологических приемов и структур, скрытых от прямого наблюдения. Их делом является как раз изучать те вспомогательные операции, с помощью которых исследуемый овладевает выполнением того или иного задания, сделать их доступными.

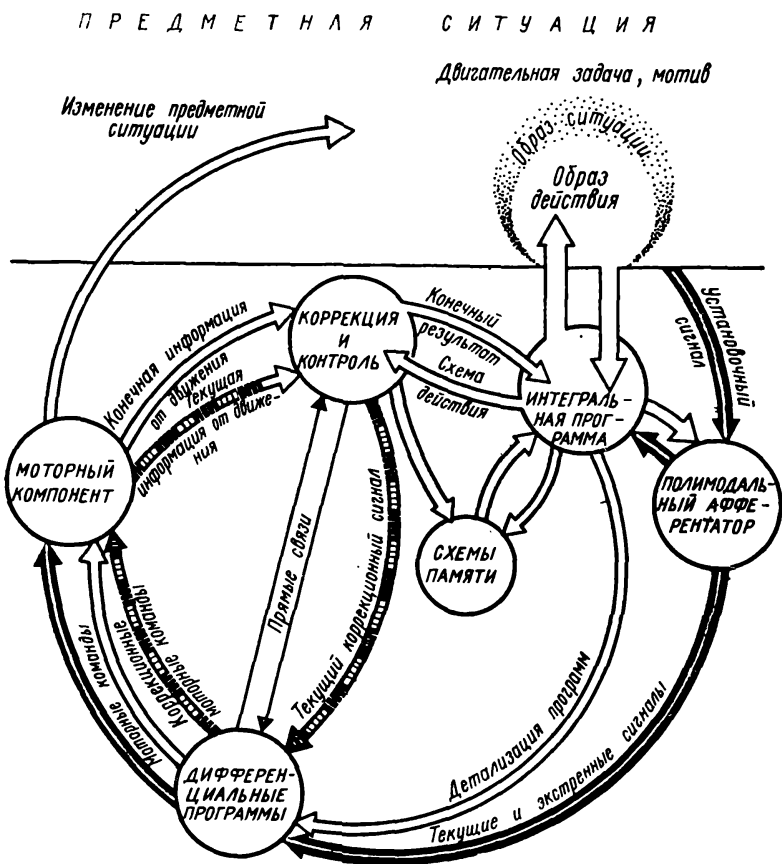


Рис. 29. Функциональная модель предметного действия

ми для объективного изучения, другими словами, объективировать их» (Выготский, 1930, с. 130).

Именно такая стратегия, принятая в нашем исследовании, позволила выявить внутренние компоненты во внешнем предметном действии, модель которого представлена на рис. 29.

**Функциональная модель предметного действия** в отличие от многих существующих моделей не является замкнутой в себе системой, а непосредственно связана с предметной ситуацией и

двигательной задачей. Эта связь осуществляется как при помощи двух стандартных блоков, присутствующих во всех моделях, описывающих движение и действие (полимодалный афферентатор и моторный компонент), так и при помощи двух других компонентов, включенных в модель (образ ситуации и образ действия). Остановимся на характеристике наиболее значимых для организации и осуществления действия компонентов.

«Образ ситуации» и «образ действия» в нашей модели композиционно вынесены в плоскость предметной ситуации и двигательной задачи и отделены от других рабочих компонентов модели. В то же время эти компоненты, находясь в ситуации, не имеют из нее прямых «выходов», они опосредованно связаны с ней через полимодалный афферентатор и моторный компонент действия. Это лишь на первый взгляд парадоксальное положение весьма принципиально. Образы ситуации и действия не могут быть поняты как непосредственное отражение. Непосредственным может быть только сенсорный синтез. Образы всегда опосредованы предметным действием, они представляют собой экстериоризацию результатов (и программ) исполнительных и перцептивных действий. Дж. Миллер и др. справедливо писали: «Можно внести изменения в Образы только путем выполнения Планов по сбору, накоплению и переработке информации» (1965, с. 33). Как указывалось в III главе, образ ситуации — это целостная конструкция, в которой одновременно представлены основные перцептивные категории. Это не только картина предстоящей конкретной ситуации, которая строится на основе актуальной информации и прошлого опыта. Образ, по словам Л. С. Выготского, «это актуальное будущее поле», которое становится для субъекта «таким же ощутимым и реальным, как и оптически данная ситуация» (1930, с. 73). Образ ситуации, понимаемый как поле действия, является смысловым образованием, в котором ситуация отражена не беспристрастно, а в контексте текущей и предстоящей деятельности. Поэтому в образе ситуации в той или иной форме присутствует и сам субъект познания и действия. Именно эта сторона дела подчеркивается композиционным построением модели, о которой говорилось выше.

Предметно-временные свойства образа ситуации являются и продуктом, и базой построения образа действия. В последнем будущее действие может представлять субъекту как некоторый объект для усвоения или как уже усвоенный образец для исполнения. Б. Д. Эльконин справедливо заметил, что построить действие — задача не менее трудная, чем построить предмет (1982).

В образе действия по сравнению с образом ситуации в значительно большей степени представлены субъективные аспекты, такие, как схема тела, актуальное состояние субъекта, возможности осуществления действия и пр. Забегая несколько вперед, скажем, что в хорошо сформированном действии разделение образа ситуации, образа действия и его программы весьма услов-

но, но такое разделение полезно для понимания процессов формирования новых действий, для организации перцептивного и моторного научения.

Можно предположить, что образ ситуации предстает субъекту симультанно, а образ действия разворачивается во времени. После его развертывания и складывается «актуальное будущее поле», приобретающее также симультанный характер. Теперь образ уже несет в себе не только схему понимания, но и схему действия. Перефразируя слова Л. С. Выготского, относящиеся к мысли, речи и слову, можно сказать: то, что в образе содержится симультанно, то в процессе решения двигательной задачи развертывается сукцессивно. Образ можно было бы сравнить с нависшим облаком, которое проливается дождем действий.

Образ ситуации и образ действия тесно связаны друг с другом. На основе их взаимодействия предвосхищаются пути последующего поведения, выясняются с минимальной затратой сил и с наименьшим риском условия и возможные результаты действия до того, как оно будет фактически выполнено (Запорожец, 1960, с. 50). На основании не только воспринимаемой ситуации, но и представляемых объективных и субъективных последствий ее изменения принимается решение о целесообразности осуществления действия. В случае положительного решения образ ситуации и образ действия выступают в качестве источника построения его программы.

Интегральная программа, следовательно, является производной от образа ситуации и образа действий. В ней помимо общей схемы требуемого действия содержится обобщенная информация о том, что, как и в какой последовательности нужно делать. Информация, поступающая в «интегральную программу» из образных компонентов системы, обогащается за счет схем и способов действия, хранящихся в блоке памяти. Процесс формирования интегральной программы идет под контролем информации, поступающей из окружения через «полимодальный афферентатор», и информации о состоянии исполнительных систем организма, поступающей через «моторный компонент». В итоге складывается не только схема возможных действий (как в образных компонентах модели), а реальный план, программа требуемых действий.

Компонент, ответственный за построение интегральной программы, одновременно является и решающей инстанцией. После работы по построению программы в нем может быть подтверждено или отменено (отложено) решение о целесообразности осуществления действия. Решение может касаться необходимости его модификации или построения нового, более адекватного образа ситуации и более полного учета состояния и возможностей исполнительных систем организма. Если воспользоваться сравнением Дж. Миллера и др., которые склонны отождествлять план и программу, то образ — это стратегия, а план — это тактика. Ясно, что не всякая стратегия может найти для себя адекватную

тактику. Указанные авторы рассматривают план (программу) как иерархически построенный процесс, способный контролировать порядок, в котором должна совершаться какая-либо последовательность действий (1965, с. 30). Чем длиннее последовательность, тем большее время требуется на построение интегральной программы. Когда длина последовательности превышает определенный предел (см. гл. II), она делится на два и большее число отрезков и соответственно каждый отрезок планируется отдельно.

В «интегральной программе» действительно можно выделить различные уровни. Один из них ответствен за построение программы действия и его результата. Другой — за построение или актуализацию образа ситуации и образа действия. Последний уровень требует специального рассмотрения и модификации модели предметного действия в модель формирования образа.

Интегральная программа серии действий и каждого отдельного действия достаточно конкретна. В ней имеют место такие параметры требуемого действия, как направление, степень пространственности, общее время выполнения, амплитуда перемещения, требуемые усилия и т. д.

Блок дифференциальных программ имеет двухслойное строение. Он включает в себя как элементарные программы, не требующие научения, так и более сложные дифференциальные программы, являющиеся продуктом позднего развития. В этом блоке информация о требуемых параметрах действия, поступающая из «интегральной программы», подвергается дальнейшей детализации. Например, информация о направлении действия и степени его пространственности трансформируется здесь в отдельные моторные команды, ответственные за пространственно-временные характеристики движения по каждой координате:

$$[X(t, v, s) + Y(t, v, s) + Z(t, v, s)].$$

К этому надо еще добавить возможные различия в усилиях, необходимость учета при формировании дифференциальных программ деталей начальных условий, возможностей и состояния исполнительной системы и т. д. Основная функция «дифференциальной программы» состоит в декомпозиции плана целостного действия, в разбиении его на кванты и выработке соответствующих команд на его исполнение.

Блок коррекций и контроля имеет уровневое строение. На один уровень поступает обобщенная информация о схеме действия и требуемом результате из «интегральной программы»; на другой уровень поступает детальная информация из «дифференциальной программы».

Благодаря этому в блоке коррекций и контроля еще до начала действия имеются как общее представление о результате, так и начальные условия — детали требуемых движений. Этот блок представляет собой еще одну решающую инстанцию. В нем принимается решение об окончании действия или решение о необхо-



димости его корректировки. Основанием для решения служит сличение обобщенной и детальной информации о требуемом действии и информации о совершившемся действии, поступающей в блок коррекций и контроля из «моторного компонента». В этом же блоке принимается решение об отмене действия. Основанием для него служит сличение обобщенной информации о программе и результате с детальной информацией о готовности средств реализации действия. В случае их совпадения действие совершается в соответствии с ранее принятым решением в «интегральной программе»; в случае несовпадения спроектированное действие отменяется, и его программа либо строится заново, либо корректируется. Такой механизм известен как механизм предупреждения (в отличие от исправления) ошибок. В блок коррекций и контроля поступает информация и об изменениях предметной ситуации, происшедших в результате осуществления действия. После такого «вторичного» подтверждения успешности действий информация о них поступает в «схемы памяти».

В блок, ответственный за хранение и актуализацию схем памяти, поступает информация об успешных и об опасных действиях. Эта информация хранится в обобщенной форме. Это схемы способов, приемов, тактик осуществления действий. Детальное их описание в «схемах памяти» отсутствует. Актуализация схем и способов действия может происходить очень быстро, но при этом схема действия должна обогащаться деталями за счет других компонентов системы. Поэтому-то каждое действие не просто вспоминается, воспроизводится, а строится заново, о чем достаточно подробно говорилось в первых главах данной книги.

В заключение описания компонентов модели следует несколько слов сказать о «полимодальном афферентаторе» и «моторном компоненте». Первый выступает не только в роли пассивного передаточного звена информации, поступающей из внешнего мира в «интегральную программу» и другие компоненты модели. Он испытывает на себе влияние других компонентов. Эти влияния могут иметь установочный характер, когда «полимодальный афферентатор», например, настраивается на прием только релевантной двигательной задаче информации и ограниченно открыт для приема иррелевантной информации. Именно под влиянием такой установочной, настроенной информации, идущей, так сказать, от внутренних компонентов системы, наши рецепторы, по словам Ч. Шеррингтона, становятся предметными. Аналогичным образом не является пассивным и «моторный компонент». Его активность далеко не исчерпывается теми изменениями, которые он вносит в предметную ситуацию. И речь идет не только о чувствительности движения. С помощью «моторного компонента» возможно как бы осуществление действия до действия, своего рода проигрыш различных вариантов и выбор или построение наилучшего. Можно предположить, что большую роль в этом процессе играют тонические реакции, ощущения схемы тела, функции которых

шире, чем только подготовка предстоящего действия. Поэтому нельзя согласиться с И. П. Павловым, который писал о том, что «только афферентный есть активный, так сказать, творческий отдел, а эфферентный лишь пассивный, исполнительный» (1951, т. III, кн. 2, с. 105). Напомним противоположное высказывание А. А. Ухтомского: судьба реакции «решается не потенциалами станций отправления, но потенциалами станций назначения и способностью станций назначения к реакции в данный момент времени» (1950, т. I, с. 222).

Функционально-структурный анализ предполагает не только выделение компонентов, понимаемых как активности (или силы), локализованные в пространстве и времени, но и установление «закона связи» между ними. На рис. 29 указаны и обозначены связи между компонентами модели. Их удобнее проследить на ряде примеров, иллюстрирующих ее работу. Приводимые примеры одновременно будут демонстрировать и объяснительные возможности предложенной модели предметного действия.

Естественно, что в этой модели, как и в любой другой, описывающей сколько-нибудь сложное явление, компоненты модели и связи между ними являются потенциально возможными. В нашем случае это означает, что не все они участвуют в осуществлении любого предметного действия. Принцип функционирования модели легче описать, идя от простого к сложному.

Примем, что наиболее элементарным и простым действием является ответ на экстренно возникший сигнал. Это может быть мигание в ответ на громкий щелчок, отдергивание руки от раскаленной печки и т. д. В таких случаях организация ответного действия совершается за очень короткие отрезки времени, т. е. идет по схеме немедленного обслуживания, захватывая минимальное число функциональных компонентов, входящих в систему. Способ организации такого ответа может быть представлен следующим образом.

Установочный сигнал, идущий от предметной ситуации и приобретающий в этом случае характер пускового сигнала, попадает в «полимодалный афферентатор», а затем в блок дифференциальных программ. Пусковой сигнал актуализируют элементарные (или хорошо заученные дифференциальные) программы, которые трансформируются в моторные команды, и ответная реакция осуществляется. Из-за высокой скорости осуществления действия оценка степени его целесообразности и результативности осуществляется постфактум в соответствующих компонентах системы.

По такой кратчайшей схеме возможно осуществление не только защитных реакций, о которых говорилось выше, но и выполнение импульсивных (часто не вполне адекватных ситуации) действий. Такая схема аналогична стимульно-реактивной схеме или схеме рефлекторной дуги.

Рассмотрим более сложный случай формирования предметного действия в новой для субъекта ситуации. В этом случае,

несмотря на наличие цели, осознание субъектом смысла двигательной задачи и наличие у него общего представления о результате, появление пускового или установочного сигнала не влечет за собой автоматически адекватного действия. Последнее должно быть построено. Как неоднократно указывалось выше, узловым пунктом этого процесса должно быть формирование образа ситуации. Разумеется, едва ли можно представить себе условия, при которых исполнительное действие начинает формироваться с нуля. Это же справедливо и по отношению к перцептивному действию, направленному на формирование образа. Тем не менее субъект оказывается в поисковой ситуации, вызванной недостаточной определенностью и конкретностью имеющихся у него представлений о цели, средствах и результате действия. Освоение нового действия происходит следующим образом. Ситуация, требующая освоения нового действия, приводит в состояние готовности все компоненты системы. Установочный сигнал поступает в «интегральную программу», а из нее — в «схемы памяти», где начинается поиск близких или аналогичных схем (способов) действия или тактик решения задачи. Если такие схемы не находятся или найденная схема не приводит к успеху, происходит смена исполнительного вектора действия на когнитивный. Субъект начинает использовать имеющиеся в его распоряжении схемы поисковых, в том числе перцептивных и опробующих действий. Осуществление последних ведет к изменениям предметной ситуации, хотя эти изменения далеки от требуемых и лишь случайно приводят к успеху. Многократные, циклически повторяющиеся пробы оказываются все более результативными, по крайней мере в смысле достижения промежуточных результатов. В ходе осуществления перцептивных и опробующих действий начинают заполняться соответствующим предметным содержанием блоки, ответственные за образ ситуации и образ действия, а также блок «интегральной программы». Это происходит благодаря встрече информации о совершенных в предметной ситуации изменениях, идущей через «полимодалный афферентатор» по внешнему контуру, и информации о совершенном движении, идущей по внутреннему контуру. Информация об опробующих движениях транзитом проходит через перцептивно и процессуально пустой блок контроля и коррекций. В этом блоке еще нет представлений о способах достижения результата, поскольку последние могут поступить в него лишь после формирования образа и «интегральной программы». Информация о движении, поступающая в «интегральную программу» выполняет двоякую функцию. Во-первых, она вместе с информацией, приходящей по внешнему контуру, служит источником формирования образа и, во-вторых, модифицирует программу следующего опробующего движения. В результате большого числа движений, идущих по описанной схеме, складываются образ ситуации, образ действия и «интегральная программа» нового действия, которое постепенно претерпевает

обратную трансформацию: оно из когнитивного вновь становится исполнительным, но теперь уже в качестве такового — успешным.

После формирования образа и «интегральной программы» реализация действия идет по следующей схеме. Установочный сигнал через «полимодальный афферентатор» актуализирует «интегральную программу» и «образ действия». Между этими двумя образованиями существуют достаточно сложные отношения.

«Интегральная программа», посредством которой осуществлялось формирование «образа», становится и программой его актуализации. Когда «образ» актуализирован, на его основе возможно принятие решения о целесообразности действия, о возможных направлениях действия, и здесь, на этой стадии, «интегральная программа» становится производной от образа и представляет собой план действия.

В случае серийных действий в «интегральной программе» формируется не только программа большего или меньшего числа последовательных действий. Как указывалось выше, «интегральная программа», как и ряд других компонентов модели, имеет уровневое строение. Информация от «интегральной программы» идет по двум каналам: в блок контроля и коррекций и в блок дифференциальных программ. Следует подчеркнуть, что это не просто дублирование одной и той же информации. Информация, идущая в блок контроля и коррекций, представлена в достаточно обобщенной форме и относится по преимуществу к характеристике результата действия. Информация, идущая по второму каналу, напротив, достаточно конкретна: в ней отражены такие параметры требуемого действия, как направление, степень пространственности и т. д.

Информация о параметрах действия, подвергаясь дальнейшей детализации в блоке дифференциальных программ, также идет по двум каналам. Вначале она по каналу прямой связи попадает в блок контроля и коррекций, затем в моторный компонент действия. Таким образом, в блоке контроля и коррекций еще до начала моторного ответа имеется как общее представление о результате, так и начальные условия — детали требуемого действия.

Решение о необходимости корректировки действия вырабатывается на основе сличения информации о начальных условиях движения, хранящейся в блоке контроля и коррекций, и текущей информации о движении, поступающей от моторного компонента. На основе такого сличения в блоке контроля и коррекций происходит выработка текущего коррекционного сигнала, который после переработки в блоке дифференциальных программ преобразуется в коррекционные моторные команды. Последние в виде текущей информации вновь поступают в блок контроля и коррекций, где процесс сличения повторяется. В случае сложного движения такой процесс может повторяться многократно. Он пред-

ставляет собой необходимое средство филигранной отработки действия.

Когда ошибка минимизирована, из «моторного компонента» в блок контроля и коррекций поступает конечная информация о движении, которая сравнивается с информацией о схеме действия. Решение об окончании действия принимается на основе сопоставления информации от движения и информации о схеме действия. Эта информация поступает в «интегральную программу», где она сравнивается с информацией об изменениях, внесенных моторным актом в предметную ситуацию.

Информация об изменении предметной ситуации попадает в «интегральную программу» и «образ» через «полимодальный афферентатор». В случае несовпадения принимается решение о корректировке плана. В случае совпадения принимается окончательное решение о выполнении действия, информация о чем поступает в «схемы памяти» и хранится там. При необходимости совершения подобного действия вновь через некоторое время информация о совершенных ранее действиях извлекается из «схем памяти», и процесс осуществления действия разворачивается по уже описанной схеме.

Сформировавшаяся система предметного действия может функционировать на разных уровнях. Ее свойства удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к трем описанным выше типам систем: жестким, самонастраивающимся и самоорганизующимся. Естественно, что необходимым условием развития предметного действия и приобретения им черт, которыми оно характеризовалось выше, является разнообразие двигательных задач и увеличение их сложности. Конечно, при формировании нового, а тем более сложного действия, нарушается согласованность работы компонентов системы, но эта же сложность служит главным источником ее совершенствования. Нет сомнения, что для развития предметного действия имеется свой сензитивный период, совпадающий, видимо, с развитием сенсомоторного интеллекта (по периодизации Ж. Пиаже).

Предложенная модель пригодна для описания многих разнообразных видов и форм человеческого действия, например, таких, как дискретное и непрерывное слежение, медленное и баллистическое действие, формирующееся и заученное действие, исполнительное и пробующее-перцептивное, планируемое и экстренное (разумное и импульсивное). При осуществлении любого из перечисленных действий принимает участие специфическая для него констелляция компонентов и связей между ними.

Компоненты, входящие в структуру действия, не имеют жесткой специализации. Как неоднократно указывалось выше, они гетерогенны, свидетельством чего может быть постоянно наблюдающийся между ними обмен временем, обмен функциями и качеством промежуточного результата. Так, например, осуществление хорошо заученных движений, совершаемых на быстрой и

медленной скорости, ведет к перераспределению удельного веса каждого компонента в структуре целостного действия. При совершении баллистического движения около половины времени уходит на его планирование, в то время как при совершении медленного движения на его планирование уходит менее 15% времени. В последнем случае программа достраивается в основном по ходу реализации действия, которая занимает 75% времени. При осуществлении медленного действия особенно наглядно выступают планирование каждого его кванта и контроль за правильностью осуществления последнего. Медленное движение по своей структуре приближается к следующему. Что касается баллистических движений, то в их структуре практически отсутствует программирование на промежуточных участках, равно как отсутствует текущий контроль и коррекция. Изменение и корректировка плана баллистического действия возможна лишь по конечному результату и может быть учтена при следующем его осуществлении.

Число подобных примеров, иллюстрирующих объяснительные возможности предложенной модели, может быть без труда увеличено. Она адекватно описывает весь цикл исследований, изложенных в книге. Чтобы не повторять их изложения, обратимся к характеристике общих свойств модели и сопоставим ее с другими существующими моделями построения действия.

**Общие свойства функциональной модели предметного действия.** В предложенной модели отсутствует целый ряд компонентов, обычно включаемых в модели такого рода. К ним относятся «цель», «выбор из ряда альтернатив», «принятие решений». Достаточно скромно в нашей модели представлена «память». Перечисленные компоненты не включены в модель вовсе не потому, что мы опасались «перегрузить» ее, сделать ее трудно обозримой. Целеполагание, выбор, решение, память — это важнейшие атрибуты предметного действия в целом, которые не могут быть приписаны какому-либо одному из его компонентов или даже включены в него в качестве самостоятельных. Указанные свойства заслуживают специального обсуждения.

В психологической теории деятельности цель является детерминантой действия. Цель, данная в определенных условиях, составляет задачу действия, которое по определению является целенаправленным, т. е. содержит цель в своей биодинамической и чувственной ткани. Работа всех компонентов системы должна рассматриваться как опробование цели средствами, которые, кстати, не всегда приводят к ее достижению. Анализ предметной ситуации, анализ двигательной задачи, наконец, учет состояния и возможностей исполнительных компонентов действия может показать, что достижение стоящей цели в принципе невозможно или неосуществимо в данный момент. И то и другое может привести к смене цели, к поиску нового вида ее конкретизации, к постановке другой двигательной задачи и т. д. Также не просто обстоит дело с актом выбора и актом принятия решения. Эти ак-

ты могут относиться к цели, к средствам, к виду требуемого результата, т. е. во всех этих различных случаях они должны осуществляться на основе работы всей системы. Рассмотрим это подробнее на примере принятия решения.

За принятие решения в большей или меньшей степени ответственны все компоненты модели. Оно осуществляется на уровне образных, программных и мнемических компонентов модели, на уровне блока коррекции и контроля. В меньшей степени ответственны за него «полимодалный афферентатор» и «моторный компонент», хотя в срочных случаях решение может быть принято даже на уровне «полимодалного афферентатора». Для экстренных ситуаций должно быть справедливо правило, в соответствии с которым решение о начале действий должно быть возможным в максимальной близости от «входа», на который поступает срочный сигнал, а решение о срочной отмене действия должно быть возможным в максимальной близости от «выхода», т. е. от исполнительного механизма. Обе эти возможности предусмотрены в модели. Без предположения о множественности компонентов, ответственных за принятие решения, не может быть объяснена высокая динамичность, адаптивность и продуктивность предметного действия, которую мы пытались отобразить в его модели. Решения касаются запуска и остановки действия, выбора или формирования новых способов и программ действия, смены стратегии и тактик действия, оценки степени его результативности и т. д.

Решение — настолько важный момент в функциональной структуре предметного действия, что оно не может быть прерогативой какого-либо одного из конституирующих его компонентов. Распределение ответственности за начало, коррекцию, отмену, окончание и т. д. действия между многими компонентами модели — необходимое условие гибкости, лабильности и одновременно стабильности и устойчивости действия, условие его эффективных перестроек в меняющихся обстоятельствах.

В модели присутствует компонент, ответственный за схемы памяти или за способы действий, которые фиксируются, хранятся и актуализируются в необходимых случаях. Однако мнемические функции выполняют и другие компоненты модели. Без этих функций было бы невозможно их эффективное взаимодействие, осуществляющееся посредством многочисленных прямых и обратных связей. В то же время мнемические функции не должны играть самодовлеющую роль. Предметное действие характеризуется не столько инерционностью, проистекающей из мнемических свойств его компонентов, сколько активностью (и продуктивностью). Поэтому, в каждом из компонентов предметного действия постоянно происходит борьба между его консервативными и активными свойствами. Поэтому как система в целом, так и ее компоненты должны обладать способностью не только к запоминанию и хранению информации, но и к ее забыванию. В противном случае они не смогут выполнять продуктивные функции по переработке

информации, приведению ее к виду, пригодному для принятия решения, и др.

Видимо, когнитивные образования, такие, как образ, программа, требуемый результат, хранятся дольше, чем моторные команды. Равным образом дольше хранится обобщенная информация по сравнению с детальной. Можно предположить, что отдельные компоненты модели не обладают строго фиксированным временем хранения информации. Последнее зависит от степени сложности перцептивной и двигательной задачи, от степени сложности (сонастроенности) компонентов друг с другом при ее решении. Определение объема хранимой информации и времени ее хранения — задача дальнейших исследований.

Важным свойством предметного действия является многоуровневость его временной организации, которая дает возможность фиксировать определенные пройденные состояния как прошлые, другие — как актуально-значимые, третьи — как будущие, желательные. При этом все эти состояния в какой-то момент времени оказываются представленными в «актуальном будущем поле», затем они снова диссоциируются и существуют отдельно, каждое в своем времени.

Структура предметного действия позволяет многократно проигрывать варианты действия до его осуществления, т. е. не вовлекая до поры до времени исполнительные механизмы. Эти варианты необходимо помнить как предварительные и не смешивать с реализованными, а последние не смешивать с предстоящими. В противном случае возможно возникновение иллюзий выполненности невыполненного действия и невыполненности выполненного (Носов, 1981). Выше мы приводили данные Ю. Конорски о том, что в патологических случаях реально невыполненное действие переживается с галлюцинаторной отчетливостью.

Временная организация целенаправленного действия не может быть представлена как линейная последовательность состояний, обладающая определенной направленностью. В «актуальном будущем поле» время представлено пространственно, это активный хронотоп, в котором существуют настоящее, прошлое и будущее вместе с вариантами перехода одного времени в другое. Для дальнейшего исследования временной организации предметного действия полезны соображения, развиваемые Ю. А. Левадой о том, что множественность временных шкал является непременным условием существования репродуктивных систем, воспроизводящих свою организованность во времени и в той или иной форме программирующих свои будущие состояния (1979, с. 187). Наличие множественности временных шкал как условия существования живых систем может быть проиллюстрировано на примере функционирования блока коррекций и контроля. В него со сдвигом во времени информация поступает в следующей очередности: информация о схеме действия — из «интегральной программы»; эфферентные копии команд на осуществление дви-



жения — по прямым связям из «дифференциальной программы» и информация о движении из моторного компонента. Как указывалось выше, на основе информации, поступившей из первых двух источников, в блоке коррекций и контроля может произойти отмена действия до того, как команды из «дифференциальной программы» достигнут «моторного компонента». К предметному действию полностью относится положение, сформулированное Ю. А. Левадой: «Поскольку мы имеем дело с организованной во времени системой, ее «собственное время» — это система времен» (там же, с. 188).

Структура модели предметного действия в целом, свойства ее компонентов таковы, что модель имеет рефлексивный характер. Рефлексия, так же как и принятие решения, не может быть представлена отдельным компонентом системы предметного действия. Рефлексия системы выражается в возможности многократной проверки целесообразности действия, выбора, создания и оценки его способов, опережающей проверки его результатов и последствий с точки зрения их адекватности целям, состоянию предметной ситуации, собственным возможностям. Другими словами, в системе предметного действия заложена логика многократных предпочтений, или логика рефлексии.

В основе рефлексии лежит чувствительность действия не только к ситуации, отображенной в образе, но и к самому себе. Имеется своего рода двусторонний обмен информацией между образом и действием. Чаще обращается внимание на то, что образ выступает в качестве регулятора действия, более точно преобразуется в программу действия. Но столь же верно и то, что субъект строит образ, модель ситуации. Это означает, что предметная ситуация не только преобразуется, но и образуется субъектом деятельности. Г. А. Смирнов (1980) отмечает, что единство многообразия не дано в качестве объекта, а создается субъектом в процессе деятельности. Предметное действие доопределяет среду, устраняет разрывы, выявляет существующие в ней связи, устанавливает новые. Поэтому построение образа (модели) среды — это не пассивный акт, а столь же активный, как и осуществление действия. Можно сказать сильнее: в действии строится образ, а в образе строится действие.

Отсутствие строгой специализации компонентов действия, которое неоднократно подчеркивалось выше, позволяет всей системе функционировать в различных временных режимах, вовлекая в акт большее или меньшее число компонентов. Она может функционировать, используя как короткие, так и длинные пути, т. е. работать в режиме управления по программному (открытому контуру) и по афферентационному (закрытому контуру) типу. Это же свойство системы обеспечивает возможность ее функционирования при выпадении (или нарушении устойчивого режима работы) одного или большего числа компонентов. Структура системы такова, что она в результате самоорганизации и само-

обучения может переходить от работы в режиме отсроченного обслуживания к работе в режиме немедленного обслуживания (В. П. Зинченко, 1964).

Заклячая характеристику общих свойств функциональной модели предметного действия, необходимо напомнить, что какое бы простое и элементарное действие мы не рассматривали, оно всегда целостно. Иное дело, что оно может включать в свой состав большее или меньшее число компонентов и отношений между ними, но тем не менее действие — всегда целостный акт. Эта целостность выражается прежде всего в том, что компоненты действия и отношения между ними изначально соотнесены друг с другом. Эта соотнесенность имманентно присуща им, так как все они происходят из одного источника и являются результатом дифференциации целого, которое на всех этапах развития остается таковым. Поэтому исследование отдельных компонентов действия вне соотнесения их с другими и учета целостного контекста может приводить к существенным просчетам.

Сказанное вовсе не означает того, что способ членения целостного действия на его составляющие, к которому мы пришли в результате исследования, является единственно возможным. Существует большое число других моделей, как умозрительных, так и построенных для описания определенного эмпирического и экспериментального материала. Разумеется, мы, разрабатывая собственный вариант модели, учитывали имеющийся опыт.

Видимо, полезно соотнести нашу модель с другими, ранее предложенными. Это нужно сделать для того, чтобы уточнить язык описания предметного действия. Это, несомненно, поможет лучше понять и вариант модели, предложенный нами.

Несколько слов в связи с этим о наименовании моделей, или предмете функционального моделирования. Большинство моделей описывают процесс построения движений или процесс координационного управления двигательным актом. Хотя в них и подразумевается предметный характер двигательных актов, но ни в одной из них предметное действие не выступало прямым объектом анализа.

Имеющиеся модели построения движений отличаются друг от друга количеством компонентов, характеристикой свойств и функций каждого из них, а также разнообразием и числом связей между ними. Во всех моделях в том или ином виде представлены компоненты, ответственные за программирование действия, реализацию, оценку, контроль и коррекцию. Степень дифференциации действия различна, и составляющие его компоненты, как правило, у разных авторов имеют различные наименования. В некоторых моделях присутствуют компоненты, выполняющие большее число функций по сравнению с другими, представленными в тех же моделях.

Так, например, в модели Н. А. Бернштейна к свойствам и функциям «задающего элемента», имеющего уровневое строение,

относятся: на макроуровне — образ или представление результата действия, осмысление двигательной задачи и ее решение, а также формирование общей программы действия; на микроуровне — перешифровка образных представлений в детализированные управляющие команды. В нашей модели перечисленные функции выполняются как рядом специализированных компонентов, отсутствующих в модели Н. А. Бернштейна, например, «образ ситуации», «образ действия», так и системой предметного действия в целом, которая ответственна за принятие решения.

Аналогичным образом имеющийся в концепции К. Ньюэлла (1978) гетерархический программирующий механизм выполняет не только функции программирования, но и постановки целей, задач, выработки общего плана действия и его конкретных вариантов. Этот же механизм на основе поступающей к нему информации о выполненном действии модифицирует и совершенствует последнее.

Еще большей полифункциональностью обладают некоторые компоненты в модели поведенческого акта П. К. Анохина. Например, к функциям «акцептора действия» относятся: прогнозирование будущего результата действия, сличение требуемого и реального результатов, исправление ошибок. Если говорить в терминах модели Н. А. Бернштейна, то «акцептор действия» объединяет в себе не только большинство функций «задающего элемента», но и функций «прибора сличения». Дж. Адамс (1971), анализирувавший модель П. К. Анохина, отметил недостаточность дифференциации компонентов в этой модели. Наиболее слабым ее местом, по мнению Адамса, является то, что один и тот же компонент не только формирует и инициирует реакцию, но и работает как механизм, подтверждающий ее правильность.

Во многих моделях доминирующую роль играют функции памяти, или следовые образования и процессы. Это — и «нервная модель стимула», и «след заданного эталона» в модели Е. Н. Соколова (1969); «перцептивный след» и «след памяти» в модели Дж. Адамса; «схемы памяти» в модели Р. Шмидта (1976). Дж. Адамс (1971, 1976), например, наделяет перцептивный след следующими свойствами и функциями: детерминация амплитуды и временной организации движения, хранение информации о прошлых движениях, получение информации по каналам обратных связей, сравнение и исправление ошибок. По мере выполнения «перцептивным следом» указанных функций он фиксирует их и приобретает черты эталона движения. В этом он очень близок к «акцептору действия» П. К. Анохина и к «нервной модели стимула» Е. Н. Соколова. Если вернуться к нашей модели, то перцептивный след одновременно выполняет некоторые функции «интегральной и дифференциальной программ», «коррекции и контроля» и «схем памяти».

В модели Р. Шмидта основную нагрузку выполняют «схемы памяти». К ним относятся вызывающая и узнающая память. Пер-

вая служит связующим звеном между начальными условиями действия, его процессуальными характеристиками и знанием о результате. После ряда попыток между указанными эффектами образуется прочная связь, и «вызывающая память» приобретает черты устойчивого эталона. Последний служит, например, основанием для совершения баллистических движений. В случае медленных движений в процесс их организации включается не только вызывающая, но и узнающая память. Она служит основанием для работы коррекционного механизма. Кроме того, в ней фиксируются информация о начальных условиях, знания о результате и фактическом результате совершенного действия (так называемые действительные сенсорные последствия).

Представления об «узнающей памяти», развиваемые Р. Шмидтом, близки представлениям Н. А. Бернштейна о функциях, выполняемых «прибором сличения», и нашим представлениям о функциях блока коррекций и контроля. Этим по-разному называемым, но аналогичным по функциям компонентам соответствует и «компаратор сигналов» в модели управления движениями, предложенной Р. Пью (1974). В «компараторе сигналов» представлена информация о цели, о результате совершенного действия в виде обратных связей от различных сенсорных модальностей, включая проприорецепцию. В нем же содержится и представление о требуемом результате. Благодаря этому компаратор сигналов выполняет функции не только текущей коррекции, но и модификации программы.

В описании моделей, о которых шла речь выше, в той или иной форме присутствуют рассуждения об образе ситуации. Но ни в одной из них «образ ситуации» и «образ действия» не выделены в качестве специальных компонентов. К необходимости такого выделения пришли А. С. Батуев и О. П. Таиров (1978). В предложенной ими модели организации движений имеется «образ организма в среде», складывающийся из «образа среды» и «схемы тела». Этот компонент непосредственно связан с «движением» и «программой движения» и рассматривается авторами как «сенсорный фон» движения (с. 121). В нашей модели «образ ситуации» и «образ действия» рассматривается не как фон, а как важнейшая детерминанта действия. Напомним, что экспериментальное обоснование этой идеи принадлежит А. В. Запорожцу (1960).

Мы не ставили своей целью подробно описывать существующие модели управления движением и действием, давать им сравнительную оценку и выявлять их сильные и слабые стороны. Вынесение такого рода суждений, видимо, преждевременно. Мы привели некоторые данные о моделях управления движением и действием для того, чтобы подчеркнуть сложность этой проблемы, чтобы показать, что психологические исследования человеческого действия разворачиваются все более и более широким фронтом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Центральная проблема, стоявшая перед авторами настоящей книги, — анализ человеческого действия. Мы исходили из того, что действие богаче, чем стоящая перед ним цель, руководящий им образ, регулирующая его протекание программа, стоящие за ним мотивы и намерения. Напомним замечательное высказывание Гегеля: «Истинное бытие человека... есть его действие; в нем индивидуальность действительна» (1959, с. 172). Действие — это неисчерпаемый источник духовной жизни человека и в высшей степени увлекательный объект научного исследования. Знания о его структуре, функциях, законах становления и развития — необходимое условие повышения практического потенциала психологической науки в целом.

Вместе с тем человеческое действие — очень трудный объект исследования, так как оно неизмеримо богаче любых форм концептуализации и описания, включая и те, которые предложены авторами книги. Мы льстим себя надеждой, что нам удалось показать сложность этой проблемы и нащупать некоторые пути ее решения. Действие — это сложнейшая реальность, обладающая своим особым членением и специфическими свойствами.

Секрет богатства действия состоит в том, что оно содержит в себе в единстве противоположностей внешнее и внутреннее. И если первое вполне доступно регистрации и анализу, то второе требует дешифрования. Внутреннее строится в процессе развертывания внешнего и в конце концов начинает руководить внешним, представляя собой своего рода «код», в соответствии с которым развертывается внешнее. Это основная мысль, которую мы хотели провести в книге. С этим связана задача поиска внутреннего во внешнем. Мы шли к решению этой задачи методом последовательных приближений.

В 1975 г. мы предложили первый вариант функциональной модели сформированного действия. Главным когнитивным компонентом модели был блок формирования программ (см. рис. 6 настоящей книги). Характеризуя его, мы отмечали, что в дальнейшем он будет подвергнут более подробному членению, так как в нем в скрытом виде присутствуют процессы формирования перцептивного и моторного образов пространства и пространственного действия (Гордеева и др. 1975, с. 143—144).

Логика развития исследований предметного действия оправдала это предположение, и во втором варианте модели, помимо программных компонентов действия, появились образные компоненты. Расчленение блока формирования программ на «интегральную программу» и «дифференциальную программу» оправдано исследованиями, изложенными во II главе. Включение образных компонентов в модель оправдано исследованиями, изложенными в III главе книги. В результате функциональная модель предметного действия оказалась пронизанной когнитивными компонентами, благодаря чему вся система предметного действия в целом способна к учету настоящего, прошлого и будущего и обладает не только высокими адаптивными, но и продуктивными свойствами.

Как было показано в последней главе, аналогичная тенденция насыщения когнитивными компонентами моделей управления движением и действием наблюдается и у других авторов. При этом специалисты в области анализа движений и действий в отличие от специалистов в области когнитивной психологии для «одушевления» предлагаемых ими моделей не прибегают к помощи демонов и гомункулюсов. Учет реальных особенностей человеческого действия, включение в ткань предметного действия не только представлений о среде (образ ситуации), но и представлений о действии (образ действия) делает его целенаправленным и рефлексивным, так сказать, без потусторонней помощи.

Вместе с тем мы предвидели возражение против нашего способа решения проблемы внешнего и внутреннего. Включение когнитивных компонентов в систему предметного действия может рассматриваться как псевдорешение или формальное решение этой проблемы. Его формальность может обосновываться тем, что в модель предметного действия включаются чужеродные образования, которые в лучшем случае могут лишь внешним образом взаимодействовать друг с другом. Учет возможности подобного возражения заставил нас искать когнитивные компоненты не только «в окрестностях» стадии реализации действия, но и в самой реализации. Результаты этих поисков изложены в IV и V главах книги, где приводятся доказательства чувствительности движения и данные об обратимости биодинамической ткани движения и чувственной ткани образа.

Найденные эффекты позволяют уточнить характеристики живого движения и предметного действия, приведенные в I главе книги. Мы неоднократно указывали, что живое движение представляет собой средство овладения предметным миром, его реальными пространственно-временными формами. Понимание живого движения может быть существенно облегчено, если мы опишем его собственный хронотоп, т. е. пространство и время, в котором оно существует. Хронотоп живого движения можно характеризовать как активный. Он не существует целиком в каждый отдельный момент времени, поэтому он трудно представим. В хроното-

пе пространство и время существуют как единство противоположностей. Пространство — это остановленное время, а время — это движущееся пространство. Единство пространства и времени в хронотопе означает возможность их перехода друг в друга.

В каждый отдельный момент времени пространственные характеристики хронотопа неопределимы (сжаты до точки). Для их определения он должен быть целиком развернут во времени. Но это же означает, что он еще до такого развертывания в некоторых измерениях существует целиком и содержит в себе программу своего реального развертывания. При этом в хронотопе, существующем в скрытой форме, должно содержаться все необходимое и достаточное для его развертывания в пространстве и времени (в предметном мире), такого развертывания, которое бы учитывало всю суровую реальность этих определений бытия.

Чтобы это стало возможным, в хронотопе живого движения должны содержаться свое пространство и свое собственное время. Лишь на их основе может быть решена задача овладения пространством и временем бытия. Другими словами, хронотоп живого движения может развертываться во внешнем пространстве и времени лишь благодаря тому, что в нем присутствует свое собственное, внутреннее, субъективное пространство и время, которое вместе с тем является столь же реальным, как объективное пространство и время. Именно в этом состоит парадокс и загадка хронотопа живого движения.

Благодаря сочетанию в живом движении внешних и внутренних пространственно-временных форм оно оказывается активным как в моменты развертывания, так и в моменты «покоя». Его неподвижность лишь кажущаяся: остановка — результат накопленного предшествующего движения и подготовка к будущему. «Покой» живого движения на самом деле представляет собой зазор длящегося опыта, своего рода пространственно-временной разрыв между материальным и идеальным. Вместе с тем именно живое движение служит как средством образования идеального, так и средством его соединения с материальным. Видимо, Гегель имел серьезные основания утверждать, что «сам дух не есть нечто абстрактно-простое, а есть система движений, в которой он различает себя в моментах, но в самом этом различении остается свободным» (1959, с. 175).

Есть примеры того, что в острых ситуациях в моменты перехода от внешнего к внутреннему пространству-времени субъект переживает ощущения «вне времени» или «бесконечно растянутых мгновений». Известно, что для принятия решения необходима «отстройка» от ситуации, внутреннее проигрывание, своеобразное экспериментирование в этой ситуации. Но такая отстройка не может быть длительной, поскольку ситуация постоянно изменяется и, следовательно, длительная отстройка может быть губительной если не для субъекта, то для его дела. В то же время отстройка от ситуации нужна, поскольку она позволяет субъекту

выйти за ее пределы и посредством внутреннего анализа подняться над нею, т. е. принять не ситуативное, а разумное решение. Значит, у субъекта должен быть некоторый механизм-регулятор, функция которого состоит в координации реального, физического, ситуативного времени и времени внутреннего проигрывания. Этот регулятор, таким образом, должен иметь двойной отсчет времени и, осуществляя контроль за возможностью и длительностью отстройки от ситуации, определять необходимый момент включения в нее. Существенные черты такого регулятора как раз и несет в себе хронотоп живого движения.

Обнаруженная в исследованиях и подробно обсуждавшаяся в книге дискретность движения, выразившаяся в чередовании состояний активности и «покоя», наличие в нем пространственно-временных разрывов и различных форм чувствительности являются одновременно следствием и основанием его гетерогенности.

Гетерогенность живого движения — это единство исполнительных, когнитивных и оценочных компонентов. Перечисленные компоненты присутствуют в нем в каждый момент его подготовки и осуществления, хотя они могут существовать не только в актуальной, но и в латентной потенциальной форме. Именно в этом смысле мы писали о том, что живое движение и есть психика.

Когнитивные, исполнительные и оценочные компоненты живого движения в совокупности служат средствами построения субъективных образов пространства и времени, отражающих объективные пространственно-временные формы. Гетерогенность живого движения является основой решения субъектом задач, возникающих перед ним в уникальных конкретных предметных ситуациях. Гетерогенность живого движения представляет собой вместе с тем основу той удивительной адаптивности субъекта, которая обнаруживается у него в экстренных ситуациях, когда движение прерывается остановкой и меняет направление. Моторный акт трансформируется в когнитивный, возможны оперативные трансформации целостного действия и т. д.

Описание существенных характеристик живого движения приводит к идее кванта живого движения или кванта предметного действия, в котором присутствуют все перечисленные выше компоненты. Каждый квант действия может вызвать к жизни другой квант действия или трансформироваться в квант познания или оценки. (Последние представляют собой предмет самостоятельного исследования.) Квант действия представляет собой одновременно и частицу и целое, поскольку он может трансформироваться в любую другую частицу, которую он содержит в себе в неразвитом виде.

Ярким примером взаимной трансформации пространственно-временных свойств живого движения может служить процесс формирования образа. В этом процессе отчетливо наблюдается трансформация временных характеристик движения в их симуль-



танный и пространственный слепок. Осуществившееся движение застывает в симультанном образе в виде своего рода «стоячей волны». Этот образ становится предметом оценки и основой принятия решения, а затем снова разворачивается в движение, в акт исполнения принятого решения. (Подобная декомпозиция образа наблюдается не только при осуществлении им регуляторных функций по отношению к исполнительному акту, но и при смене субъектом цели.)

Таким образом, полагание живого движения и предметного действия в качестве единицы анализа психики открывает новые пути взаимосвязи и возможной в дальнейшем интеграции психологии с физиологией, равно как со всем циклом биологических наук, включая генетику. В частности, такое полагание может привести к тем контактам психологии и физики, о которых думали и писали Н. Бор, С. И. Вавилов и др.

Будущая психологическая физиология, о которой говорил Л. С. Выготский и основы которой заложили Н. А. Бернштейн и А. Р. Лурия, должна будет в равной степени учитывать как различные формы активности живых существ, так и свойства их анатомо-морфологической и генетической организации. Тогда мы в полной мере поймем подлинный смысл замечательного высказывания А. Н. Северцева о том, что психика действительно является фактором эволюции.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абашидзе Э. К. О понятии установки. — Вопросы психологии, 1956, № 4.
- Августин. Творения, ч. 2. Киев, 1901—1905.
- Адамс Д., Криммер Л. Антиципация непрерывных и дискретных реакций. — В кн.: Инженерная психология за рубежом. М., 1971.
- Айзерман М. А., Андреева Е. А. О некоторых простейших механизмах управления скелетными мышцами. — В сб.: Исследование процессов управления мышечной активностью. М., 1970.
- Ананьев Б. Г., Веккер Л. М., Ломов Б. Ф., Ярмоленко А. В. Осознание в процессах познания и труда. М., 1959.
- Ананьев Б. Г. Психология чувственного познания. М., 1960.
- Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. М., 1975.
- Анохин П. К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М., 1978.
- Анохин П. К. Избранные труды. Системные механизмы высшей нервной деятельности. М., 1979.
- Аристотель. Сочинения, в 4-х т. М., 1975. Т. 1.
- Бассин Ф. В. «Значащие переживания» и проблема собственно психологической закономерности. — Вопросы психологии, 1972, № 3.
- Батуев А. С. Обратная связь в системе управления движением. — В кн.: Теория функциональных систем в физиологии и психологии. М., 1978.
- Батуев А. С., Таиров О. П. Мозг и организация движений. Л., 1978.
- Бахтин М. М. Марксизм и философия языка. Л., 1930; основной текст книги принадлежит М. М. Бахтину, издана под именем В. Н. Волошинова.
- Белоховская М. С. и др. Методы исследования деятельности оператора-манипулятора. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 15, М., 1978.
- Белоховская М. С., Гордеева Н. Д., Седакова Л. Б. Исследование временных, скоростных и точностных характеристик прослеживающих движений в условиях нормальной и нарушенной обратной связи. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ. № 19. М., 1980.
- Бернштейн Н. А. О построении движений. М., 1947.
- Бернштейн Н. А. Очередные проблемы физиологии активности. — В кн.: Проблемы кибернетики, вып. 6. М., 1961.
- Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.
- Берталанфи Л. Общая теория систем — обзор проблем и результатов. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1969. М., 1969.

- Библер В. С. Внутренняя речь в понимании Л. С. Выготского. (Еще раз о предмете психологии). — В сб.: Научное творчество Л. С. Выготского и современная психология. М., 1981.
- Боргер Р. Рефрактерный период и последовательные реакции выбора. — В кн.: Инженерная психология за рубежом. М., 1967.
- Брушлинский А. В. Проблема общественно-индивидуального в психике человека и культурно-историческая теория. — В сб.: Научное творчество Л. С. Выготского и современная психология. М., 1981.
- Василюк Ф. Е. Психологический анализ преодоления критических ситуаций. Дис. на соиск. учен. степ. канд. психол. наук.
- Василюк Ф. Е. От И. П. Павлова к Н. А. Бернштейну (в печати).
- Величковский Б. М., Зинченко В. П. Методологические проблемы современной когнитивной психологии. — Вопросы философии, 1979, № 7.
- Винер Н. Кибернетика. М., 1968.
- Выготский Л. С. Орудие и знак. Рукопись. 1930.
- Выготский Л. С. Мышление и речь. М., 1934.
- Выготский Л. С. Диагностика развития и педагогическая клиника трудного детства. М., 1936.
- Выготский Л. С. Развитие высших психических функций. М., 1960.
- Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. — В кн.: Психологическая наука в СССР, т. 1. М., 1959.
- Гальперин П. Я. Введение в психологию. М., 1976.
- Гальперин П. Я., Пантина Н. С. Зависимость двигательного навыка от типа ориентировки в задании. — В сб.: Ориентировочный рефлекс и ориентировочно-исследовательская деятельность. М., 1958.
- Гегель Г. В. Ф. Сочинения, т. 4. М., 1959.
- Георгиева Р. Х. Сенсомоторные аспекты психофизики зрения. Автореф. канд. дис. М., 1980.
- Генисаретский О. И. Методологическая организация системной деятельности. — В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. М., 1975.
- Гидиков А., Митрани Л., Козаров Д., Танков Н. Некоторые особенности двигательной регуляции при ротационных движениях руки. — В кн.: Переработка зрительной информации и регуляции двигательной активности. София, 1971.
- Гиппенрейтер Ю. Б. Опыт экспериментального исследования работы зрительной системы наблюдателя. — В кн.: Инженерная психология. М., 1964.
- Горбов Ф. Д., Лебедев В. И. Психоневрологические аспекты труда операторов. М., 1975.
- Гордеева Н. Д. Взаимодействие когнитивных и моторных компонентов в функциональной структуре исполнительной деятельности. — Тезисы докладов всесоюзной конференции «Развитие эргономики в системе дизайна». Боржом, 1979.
- Гордеева Н. Д. Динамика психологической рефрактерности в двигательном акте. — Вопросы психологии, 1981, № 2.
- Гордеева Н. Д., Гречина А. П., Мнацаканян С. А. Этапы построения сенсомоторного образа пространства. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 16. М., 1978.

- Гордеева Н. Д., Девидовили В. М., Зинченко В. П. Микроструктурный анализ исполнительной деятельности. М., 1975.
- Гордеева Н. Д., Девидовили В. М., Зинченко В. П., Кочурова Э. И. Функциональная структура и критерии оценки инструментальных пространственных действий. — В кн.: Проблемы космической биологии, т. 34. М., 1977.
- Гордеева Н. Д., Зинченко В. П., Ребрик С. Б. О формировании сложных пространственных действий. — Вопросы психологии, 1978, № 3.
- Гордеева Н. Д., Лигачев В. И., Сироткина Е. Б. Сравнительный анализ формирования пространственного действия в стабильных и динамичных условиях. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 16. М., 1978.
- Гордеева Н. Д., Назаров А. И., Романюта В. Г., Яровинский А. Н. Движения глаз и управление следами сенсорной памяти. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 4. М., 1972.
- Гордеева Н. Д., Ребрик С. Б. Сравнительная оценка точности «быстрых» и «медленных» исполнительных движений. Тезисы докладов IV Международной конференции стран — членов СЭВ по эргономике (Дрезден, 1981). М., 1981.
- Гордеева Н. Д., Ребрик С. Б. Сенсомоторные регуляции исполнительного действия. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 21. М., 1981.
- Гордон В. М., Зинченко В. П. Структурно-функциональный анализ психической деятельности. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1978. М., 1978.
- Гурьянов Е. В. Психологические основы упражнений при обучении письму. М.—Л., 1948.
- Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. М., 1972.
- Давыдов В. В., Андронов В. П. Психологические условия происхождения идеальных действий. — Вопросы психологии, 1979, № 5.
- Давыдов В. В., Зинченко В. П. Принцип развития в психологии. — Вопросы философии, 1980, № 12.
- Евсевичева И. В. Зависимость внутреннего способа деятельности от ее внешних средств (в печати).
- Евсевичева И. В., Мнацаканян С. А., Романюта В. Г. Исследование соотношения структурных компонентов действия в зависимости от внешних средств деятельности. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 19. М., 1980.
- Емельянов С. В., Наппельбаум Э. Л. Системы, целенаправленность, рефлексия. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1981. М., 1981.
- Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. М., 1960.
- Запорожец А. В., Венгер Л. А., Зинченко В. П., Рузская А. Г. Восприятие и действие. М., 1967.
- Зингерман А. М., Сивохина Н. В. Анализ рассогласования в следящих системах «человек — машина». — Вопросы психологии, 1975, № 6.
- Зинченко В. П. Некоторые особенности ориентировочных движений руки и глаза и их роль в формировании двигательных навыков. — Вопросы психологии, 1956, № 6.
- Зинченко В. П. Теоретические проблемы психологии восприятия. — В кн.: Инженерная психология. М., 1964.
- Зинченко В. П. Продуктивное восприятие. — Вопросы психологии, 1971, № 6.

- Зинченко В. П. О микроструктурном методе исследования познавательной деятельности. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 3. М., 1972.
- Зинченко В. П. Функциональная структура исполнительных (перцептивно-моторных) действий. — Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 16. М., 1978.
- Зинченко В. П. Установка и деятельность: нужна ли парадигма? — В кн.: Бессознательное, т. I. Тбилиси, 1978.
- Зинченко В. П. К проблеме общности внешней и внутренней деятельности. — Эргономика, Труды ВНИИТЭ, № 19. М., 1980.
- Зинченко В. П. Идеи Л. С. Выготского о единицах анализа психики. — Психологический журнал, 1981, № 2.
- Зинченко В. П., Величковский Б. М., Вучетич Г. Г. Функциональная структура зрительной памяти. М., 1980.
- Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., 1969.
- Зинченко В. П., Вучетич Г. Г., Гордон В. М. Порождение образа. — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
- Зинченко В. П., Гордон В. М. Методологические проблемы психологического анализа деятельности. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., 1976.
- Зинченко В. П., Лаврентьева Т. В., Рузская А. Г. Сравнительный анализ осязания и зрения. Сообщение X. Особенности движения руки при выполнении перцептивного и опознавательного действия. — Доклады АПН РСФСР, 1962, № 1.
- Зинченко В. П., Лебединский В. В. Л. С. Выготский и Н. А. Бернштейн: сходные черты мировоззрения. — В сб.: Научное творчество Л. С. Выготского и современная психология. М., 1981.
- Зинченко В. П., Ломов Б. Ф., Рузская А. Г. Сравнительный анализ осязания и зрения. Сообщение I. О так называемой симультанности восприятия. — Доклады АПН РСФСР, 1959, № 5.
- Зинченко В. П., Мамардашвили М. К. Об объективном методе в психологии. — Вопросы философии, 1977, № 7.
- Зинченко В. П., Мунипов В. М. Основы эргономики. М., 1979.
- Зинченко В. П., Рузская А. Г. Сравнительный анализ осязания и зрения. Сообщение XI. Учит ли рука глаз? — Доклады АПН РСФСР, 1962, № 3.
- Зинченко В. П., Рузская А. Г. Взаимоотношение осязания и зрения у детей дошкольного возраста. — В кн.: Развитие восприятия в раннем и дошкольном детстве. М., 1966.
- Зинченко В. П., Стрелков Ю. К. На пути разработки микроструктурного анализа деятельности человека. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 7, М., 1974.
- Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. Научные записки Харьковского педагогического института иностранных языков, т. I. Харьков, 1939.
- Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. М., 1961.
- Зинченко Т. П. Опознание и кодирование. Л., 1981.
- Ильенков Э. В. Диалектическая логика. Очерки истории и теории. М., 1974.
- Кабардова Л. Н. Динамика рефрактерного периода в стадии контроля и коррекций простого двигательного акта. — Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 19. М., 1980.

- Капран В. И., Романюта В. Г. Метод исследования времени адаптации зрительной системы. — *Эргономика. Труды ВНИИТЭ*, № 15. М., 1978.
- Клапаред Э. Психология ребенка и экспериментальная психология. Спб., 1911.
- Козаров Д. Сегментарные рефлексы и произвольные движения. — В кн.: *Переработка зрительной информации и регуляция двигательной активности*. София, 1971.
- Козловская И. Б. Аfferентный контроль произвольных движений. М., 1976.
- Конорски Ю. Интегративная деятельность мозга. М., 1970.
- Костычева Н. Г., Назарова Н. Д. Исследование чувствительности моторного компонента действия к возмущающим влияниям. — *Эргономика. Труды ВНИИТЭ*, № 21. М., 1981.
- Коффка К. Основы психического развития. М.—Л., 1934.
- Коц Я. М. Организация произвольных движений. М., 1975.
- Кочурова Э. И. Исследование изменений микроструктуры навыка в процессе длительной тренировки. — *Техническая эстетика*, 1977, № 3.
- Крылов А. А. Человек в автоматизированных системах управления. Л., 1972.
- Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1980.
- Ланге Н. Н. Психологические исследования. Одесса, 1893.
- Левада Ю. А. О построении модели репродуктивной системы. — В кн.: *Системные исследования*. Ежегодник 1979. М., 1980.
- Лекторский В. А. Принципы предметной деятельности и марксистская теория познания. — В кн.: *Эргономика. Труды ВНИИТЭ*, вып. 10. М., 1976.
- Лекторский В. А. Субъект, объект, познание. М., 1980.
- Лекторский В. А., Швырев В. С. Диалектика практики и теории. — *Вопросы философии*, 1981, № 11.
- Леонтьев А. Н. Психологическое исследование движений после ранения руки. — *Психология*. Учен. зап. МГУ, вып. 90. Движение и деятельность. М., 1945.
- Леонтьев А. Н. Обучение как проблема психологии. — *Вопросы психологии*, 1957, № 1.
- Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., 1959.
- Леонтьев А. Н. Проблема деятельности в психологии. — *Вопросы философии*, 1972, № 9.
- Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., 1977.
- Леонтьев А. Н. О путях исследования восприятия. — В кн.: *Восприятие и деятельность*. М., 1976.
- Леонтьев А. Н., Запорожец А. В. Восстановление движения. М., 1945.
- Лешли Х. С. Мозг и интеллект. М.—Л., 1933.
- Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М., 1974.
- Ломов Б. Ф. Формирование графических знаний и навыков у учащихся. М., 1959.
- Ломов Б. Ф., Сурков Е. Н. Антиципация в структуре деятельности. М., 1980.
- Лурия А. Р. Мозг человека и психические процессы, т. I. М., 1963; т. II. М., 1970.
- Луук А. Г., Романюта В. Г. Саккадическое подавление: факты, теории и гипотезы. — В кн.: *Эргономика. Труды ВНИИТЭ*, № 4. М., 1972.
- Мандельштам О. Э. О поэзии. М., 1928.

- Миллер Д., Галантер Ю., Прибрам К. Планы и структура поведения. М., 1965.
- Новиков А. И., Сидорова И. Н., Федорова И. В. Исследование деятельности оператора в условиях нарушенной обратной связи. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 19, 1980.
- Носов Н. А. Инженерно-психологический анализ спорадических ошибок оператора и способы их предупреждения. Дис. на соиск. учен. степ. канд. психол. наук. М., 1981.
- Орбели Л. А. Лекции по физиологии нервной системы. ОГИЗ — БИОМЕДГИЗ, Ленинградское отделение, 1935.
- Павлов И. П. Полное собрание сочинений, изд. 2. М.—Л., 1951—1952.
- Персон Р. С. Электромиография в исследованиях человека. М., 1969.
- Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М., 1969.
- Поддъяков Н. Н. Мышление дошкольника. М., 1977.
- Поултон Е. Простые методы измерения ошибок в слежении. — В кн.: Инженерная психология за рубежом. М., 1967.
- Пуанкаре А. Избранные труды, т. 3. М., 1974.
- Ребрик С. Б., Гордеева Н. Д., Кричевец А. Н. Типы связей между когнитивными и исполнительными компонентами в инструментальном пространственном действии. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 16. М., 1978.
- Роговин М. С. Уровневая структура психики в учении Аристотеля. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1978. М., 1978.
- Рубинштейн С. Л. Предисловие. Учен. зап. МГУ, вып. 90. Психология. Движение и деятельность. М., 1945.
- Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. М., Госучпедгиз, 1940; 2-е изд., 1946.
- Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. М., 1957.
- Рубинштейн С. Л. Проблемы общей психологии. М., 1973.
- Садовский В. Н. Гештальтпсихология, Л. С. Выготский и Ж. Пиаже. (К истории системного подхода в психологии). — В сб.: Научное творчество Л. С. Выготского и современная психология. М., 1981.
- Самойлов А. Ф. И. М. Сеченов и его мысли о роли мышц в нашем познании природы. — В кн.: И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Введенский. Физиология нервной системы. Избранные труды, вып. II, кн. вторая. М., 1952.
- Сеченов И. М. Избранные философские и психологические произведения. М., 1947.
- Сеченов И. М. Участие органов чувств в работе рук у зрячего и слепого. — В кн.: И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Введенский. Физиология нервной системы. Избранные труды, вып. III, кн. вторая. М., 1952.
- Сливницкий Ю. О. Условия регулирования точностного действия. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 19, 1980.
- Смирнов А. А. Психология запоминания. М., 1948.
- Смирнов Г. А. Основы формальной теории целостности (часть вторая). — В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1980. М., 1981.
- Смирнов С. Д. Психологическая теория деятельности и концепция Н. А. Бернштейна. — Вестн. Моск. ун-та. Серия XIV. Психология, 1978, № 2.
- Соколов Е. Н. Механизмы памяти. М., 1969.

- Сперлинг Дж. Модель зрительной памяти. — В кн.: Инженерная психология за рубежом. М., 1967.
- Стрелков Ю. К. Определение скорости извлечения следа из сенсорной памяти. — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, № 7. М., 1974.
- Ткаченко А. Н. Категориальный строй психологии как предмет историко-научного исследования. — В кн.: Методология историко-психологического исследования. М., 1974.
- Узнадзе Д. Н. Психологические исследования. М., 1966.
- Уотсон Дж. Б. Психология как наука о поведении. М.—Л., 1926.
- Ухтомский А. А. Собрание сочинений. Л., 1950—1954.
- Ухтомский А. А. Избранные труды. Л., 1978.
- Фейгенберг И. М., Иванов В. А. Вероятностное прогнозирование и преднастройка к движениям. М., 1978.
- Фиттс П., Петтерсон Дж. Пропускная способность дискретных двигательных реакций. — В кн.: Инженерная психология за рубежом. М., 1967.
- Хайнд Р. Поведение животных. М., 1975.
- Цибулевский И. Е. Запаздывание оператора при обработке зрительных сигналов. — Автоматика и телемеханика, 1962, № 11, т. XXIII.
- Цибулевский И. Е. Человек как звено следящей системы. М., 1981.
- Щедровицкий Г. П. Автоматизация проектирования и задачи развития проектировочной деятельности. — В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. М., 1975.
- Шеррингтон Ч. Интегративная деятельность нервной системы. Л., 1969.
- Эльконин Б. Д. Опосредствование при решении задач «на соображение». Дис. на соиск. учен. степ. канд. психол. наук. М., 1982.
- Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности. М., 1978.
- Ярбус А. Л. Роль движений глаз в процессе зрения. М., 1965.
- Adams J. A. Issues for a closed-loop theory of motor learning. — In: G. Stelmach (ed.) Motor control: Issues and Trends. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p. 87—107.
- Adams J. A. Human tracking behavior. — Psychol. Bull., 1961, v. 58, N 2, p. 55—79.
- Adams J. A. A closed-loop theory of motor learning. — J. of Motor Behav., 1971, v. 3, p. 111—150.
- Angel R. W., Garland H., Fischler M. Tracking errors amended without visual feedback. — J. Exp. Psychol., 1971, v. 89, N 2, p. 422—424.
- Angel R. W. Efference copy in the control of movement. — Neurology, 1976, v. 26, N 12, p. 1164—1168.
- Attneave F. In defense of homunculi. — In: W. Rosenblith (ed.) Sensory communication. Cambridge, Mass., 1960.
- Bartlett F. C. Remembering. Cambridge, 1932.
- Botwinick G., Thompson G. Premotor and motor components of reaction time. — J. Exp. Psychol., 1966, v. 71, N 1, p. 9—15.
- Broadbent D. E. Perception and communication. London, 1958.
- Chernikoff R., Taylor F. V. Reaction time to kinesthetic stimulation resulting from sudden arm displacement. — J. Exp. Psychol., 1952, v. 43, p. 1—8.



- Christina R. W. Proprioception as a basis of anticipatory timing behavior.—In: G. Stelmach (ed.) *Motor Control: Issues and Trends*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p.187—199.
- Conklin J. E. Effect of control lag on performance in tracking task.—*J. Exp. Psychol.*, 1957, v. 53, p. 261—268.
- Conklin J. E. Linearity of the tracking performance function.—*Percept. and Motor Skills*, 1959, v. 9, p. 387—399.
- Craik K. J. W. Theory of the human operation in control systems. II. Man as an element in control system.—*The Brit. J. of Psychol.*, 1948, v. 38, p. III, p. 142—148.
- Craik K. J. W. Theory of human operator in control systems. I. The operator as an engineering system.—*The Brit. J. of Psychol.*, 1947, v. 38, p. II, p. 56—61.
- Davis R. The human operation as a single channel information system.—*Quart. J. of Exp. Psychol.*, 1957, v. 9, p. 119—129.
- Evarts E. V. Feedback and corollary discharge: A merging of the concepts.—*J. Neurosci. Research Program Bull.*, 1971, v. 9, N 1, p. 86—113.
- Ells J. G. Analysis of temporal and attentional aspects of movement.—*J. Exp. Psychol.*, 1973, v. 99, N 1, p. 10—21.
- Festinger L., Easton A. M. Inferences about the efferent system based on a perceptual illusion produced by eye movements.—*Psychol. Rev.*, 1974, v. 81, p. 44—58.
- Festinger L., Canon L. K. Information about spatial location based on knowledge about efference.—*Psychol. Rev.*, 1965, v. 72, p. 373—384.
- Fleishman E. A., Rich S. Role of kinesthetic and spatial-visual abilities in perceptual-motor learning.—*J. Exp. Psychol.*, 1963, v. 66, p. 6—11.
- Fowler C. A., Turvey M. T. Skill acquisition: an event approach with special reference to searching for the optimum of a function of several variables.—In: G. Stelmach (ed.) *Information processing in motor control and learning*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1978, p. 1—40.
- Gallistel C. R. The organization of action: a new synthesis. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Hillsdale, New Jersey, 1980, (12. Some recent trends, p. 360—390.)
- Gentile A. M. Research in short-term motor memory: Methodological mire.—In: M. Wade, R. Martens (eds.) *Psychology of motor behavior and sport*. Urbana, III: Human Kinetics Publications, 1974.
- Gibbs C. B. Servo-control systems in organisms and the transfer of skill.—In: D. Legge (ed.) *Skills*. Penguin modern Psychology readings, Penguin Books, 1970, p. 211—226.
- Glencross D. J. Latency and response complexity.—*J. of Motor Behav.*, 1972, v. 4, p. 241—256.
- Glencross D. J. The latency of aiming movements.—*J. of Motor Behav.*, 1976, v. 8, p. 27—34.
- Glencross D. J. Control of skilled movement.—*Psychol. Bull.*, 1977, v. 84, N 1, p. 14—29.
- Goodwin G. M., McCloskey D. T., Matthews P. B. C. The contribution of muscle afferents to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralyzing joint afferents.—*Brain*, 1972, v. 95, p. 705—748.
- Greene P. M. Problems of organization of motor systems.—In: R. Rosen, F. M. Snell (eds.) *Progress in theoretical biology*. New York, Academic Press, 1972, v. 2.

- Hayes K. C., Marteniuk R. G. Dimensions of motor task complexity.—In: G. Stelmach (ed.) *Motor Control: Issues and Trends*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p. 201—228.
- Hammerton M., Tinkner A. H. The effect of temporary obscuration of the target on a pursuit tracking task.—*Ergonomics*, 1970, v. 13, N 6, p. 723—725.
- Harvey N., Greer K. Action: the mechanisms of motor control.—In: G. Claxton (ed.) *Cognitive psychology. New directions*. London—Boston—Henley, Routledge Kegan Paul, 1980, p. 65—111.
- Henderson S. E. Role of feedback in the development and maintenance of a complex skill.—*J. Exp. Psychol.: Human Percept. and Perform.*, 1977, v. 3, N 2, p. 224—233.
- Henry F. M., Harrison J. S. Pefractoriness of a fast movement.—*Percept. and Motor Skill*, 1961, v. 13, p. 351—354.
- Henry F. M., Rogers D. E. Increased response latency for complicated movements and a «memory drum» theory of neuromotor reaction.—*Reserch Quart. J. Amer. Assoc. Health Phys. Educ. and Recreation*, 1960, v. 31, p. 448—458.
- Higgins J. R., Angel R. W. Correction of tracking errors without sensory feedback.—*J. Exp. Psychol.*, 1970, v. 84, p. 412—416.
- Holst E. von. Relations between the central nervous system and the peripheral organs.—*Brit. J. of Animal Behav.*, 1954, v. 2, N 3, p. 89—94.
- Holz kamp K. *Sinnliche Erkenntnis — Historischer Ursprung und gesellschaftliche Function der Wahrnehmung*. Frankfurt am Main, 1973.
- Hummerton M., Tickner A. H. The effect of temporary obscuration of the target on a pursuit tracking task.—*Ergonomics*, 1970, v. 13, N 6, p. 723—725.
- James W. *Principles of psychology*. New York, Holt, 1890.
- Janet P. *L'évolution de la mémoire et de la notion du temps*. Paris, 1928.
- Jones B. The role of central monitoring of efference in short-term memory for movements.—*J. Exp. Psychol.*, 1974, v. 102, p. 37—43.
- Keele S. W. Movement control in skilled motor performance.—*Psychol. Bull.*, 1968(a), v. 70, N 6, p. 387—403.
- Keele S. W., Posner M. J. Processing of feedback in rapid movements.—*J. Exp. Psychol.*, 1968(b), v. 77, p. 155—158.
- Keele S. W., Ellis J. C. Memory characteristics of kinesthetic information.—*J. Motor Behav.*, 1972, v. 4, p. 127—134.
- Keele S. W. *Attention and human performance*. California, Goodyear, Pacific Palisades, 1973.
- Kelso J. A. S., Stelmach G. E. Central and peripheral mechanisms in motor control.—In: G. E. Stelmach (ed.) *Motor control: Issues and trends*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p. 1—40.
- Kelso J. A. S. Motor control mechanisms underlying human movement reproduction.—*J. Exp. Psychol.: Human Percept. and Performance* 1977, v. 3, N 4, p. 529—543.
- Kerr B. Task factors that influence selection and preparation of voluntary movements.—In: G. E. Stelmach (ed.) *Information processing in motor control and learning*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1978, p. 55—69.
- Kornblum S., Koster W. G. The effect of signal intensity

- and training on simple RT.—*Acta Psychologica*, 1967, v. 27, p. 71—74.
- Klapp S. T. Feedback versus motor programming in the control of aimed movements.—*J. Exp. Psychol.: Human Percept. and Perform.*, 1975, v. 104, p. 147—153.
- Klapp S. T., Erwin J. Relation between programming time and duration of response being programmed.—*J. Exp. Psychol.: Human Percept. and Performance*, 1976, v. 2, p. 591—598.
- Klein R. M., Posner M. J. Attention to visual and kinesthetic components of skills.—*Brain Research*, 1974, v. 71, p. 401—411.
- Lashley K. S. The problem of serial order in behavior.—In: L. A. Jeffress (ed.) *Cerebral mechanisms in behavior*. New York, Wiley, 1951.
- Laszlo J. I., Bairstow P. J. Accuracy of movement, peripheral feedback and efference copy.—*J. of Motor Behav.*, 1971, v. 3, p. 241—252.
- Laszlo J. I., Livesey J. P. Task complexity, accuracy and reaction time.—*J. of Motor Behav.*, 1977, v. 9, N 2, p. 171—177.
- Levin H. *Principles of topological psychology*. New York, 1948.
- Long J. Visual feedback and skilled keying: differential effects of masking the printed copy and keyboard.—*Ergonomics*, 1976(a), v. 19, N 1, p. 39—110.
- Long J. Effects of delayed irregular feedback on unskilled and skilled keying performance.—*Ergonomics*, 1976(b), v. 19, N 2, p. 183—202.
- Mackay D. M. Cerebral organization and conscious control of action.—In: J. C. Eccles (ed.) *Brain and conscious experience*. New York: Springer-Verlag, 1966, p. 422—445.
- Marill T. The psychological refractory phase.—*Brit. J. Psychol.*, 1957, v. 48, p. 93—97.
- Marsden C. D., Merton P. A., Morton H. B. Servoaction in human voluntary movement.—*Nature*, 1972, v. 238, p. 140—143.
- Marteniuk R. G., Roy E. A. The codability of kinesthetic location and distance information.—*Acta Psychologica*, 1972, v. 36, p. 471—479.
- Marteniuk R. G., Hayes K. C. Kinaesthetic information and the control of movement.—In: H. T. A. Whiting (ed.) *Readings in human performance*. London, Lepus, 1975, p. 119—139.
- Marteniuk R. G. Cognitive information processes in motor short-term memory and movement production.—In: G. E. Stelmach (ed.) *Motor control: Issues and trends*. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p. 175—185.
- Megaw E. D. Possible modification to a rapid on-going programmed manual response.—*Brain Research*, 1974, v. 71, p. 425—441.
- Mitchell M. J. H., Vince M. A. The direction of movement of machine controls.—*Quart. J. Exp. Psychol.*, 1951, v. 3, N 1, p. 24—36.
- McLeod P. D. Recovery strategy during temporary obscuration of a tracked target.—*Ergonomics*, 1972, v. 15, N 1, p. 57—64.
- Morasso P. Spatial control of arm movements.—*Exp. Brain Research*, 1981, v. 42, N 2, p. 223—227.

- Neisser I. Cognition and reality. San Francisco: Freeman, 1976.
- Newell K. M. Some issues on action plans. — In: G. E. Stelmach (ed.) Information processing in motor control and learning. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1978, p. 41—54.
- Nickerson R. S. Expectancy, waiting time and the psychological refractory period. — *Acta Psychologica*, 1967, v. 27, p. 23—34.
- Pardew D. L. Efferent and afferent control of fast and slow arm movements. — *J. of Motor Behav.*, 1976, v. 8, N 1, p. 59—67.
- Pew P. W. Human perceptual-motor organization. — In: B. J. Kantowitz (ed.) Human information processing: tutorials in performance and cognition. New York, Erlbaum, 1974, p. 1—41.
- Pew R. W., Baron S. The components of an information processing theory of skilled performance based on an optimal control perspective. — In: G. E. Stelmach (ed.) Information processing in motor control and learning. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1978, p. 71—78.
- Pobb M., Pew P. M. Skill training for the production of a memorized movement pattern. — US NASA Contractor report — 1251, 1968.
- Posner M. J. Characteristics of visual and kinesthetic memory codes. — *J. Exp. Psychol.*, 1967, v. 75, p. 103—107.
- Posner M. J., Keele S. W. Retention of abstract ideas. — *J. Exp. Psychol.*, 1970, v. 83, N 2, p. 304—308.
- Posner M. J. Chronometric explorations of mind. New York, Hillsdale, 1978.
- Posner M. J. Orienting of attention. — *Quart. J. Exp. Psychol.*, 1980, v. 32, p. I, N 1, p. 3—25.
- Poulton E. C. On the stimulus and response in pursuit tracking. — *J. Exp. Psychol.*, 1957, v. 53, N 3, p. 189—194.
- Rogers C. A. Feedback precision and postfeedback interval duration. — *J. Exp. Psychol.*, 1974, v. 102, N 4, p. 604—608.
- Russel D. G. Spatial location cues and movement production. — In: G. E. Stelmach Motor control: Issues and trends. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976, p. 67—83.
- Schmidt R. A., Russell D. G. Movement velocity and movement time as determiners of degree of preprogramming in simple movements. — *J. Exp. Psychol.*, 1972, v. 96, p. 315—320.
- Schmidt R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. — *Psychol. Rev.*, 1975, v. 82, N 4, p. 225—260.
- Schmidt R. A. The schema as a solution to some persistent problem in motor learning theory. — In: G. E. Stelmach (ed.) Motor control: Issues and Trends. New York—San Francisco—London, Academic Press, 1976 (a), p. 41—65.
- Schmidt R. A. Control processes in motor skills. — In: J. Keogh, R. S. Hutton (eds.) Exercise and sport science reviews, 4. Santa Barbara, California, 1976 (b), p. 229—261.
- Semjen A. From motor learning to sensori motor skill acquisition. — *J. Human Movement Studies*, 1977, v. 3, N 3, p. 182—191.
- Smith K. U. Delay sensory feedback and behavior. Philadelphia—London, 1962.

- Smith M. S. Theories of psychological refractory period.—*Psychol. Bull.*, 1967, v. 67, p. 202—213.
- Sokolov E. N. Neuronal models and the orienting reflex.—In: M. A. B. Brazier (ed.) *The central nervous system and behavior*. New York, Macy Foundation, 1960, p. 187—276.
- Sperry R. W. Neural basis of spontaneous optokinetic response produced by visual inversion.—*J. of Comparative and Physiol. Psychol.*, 1950, v. 43, p. 482—489.
- Stelmach G. E., Kelso J. A. S. Memory processes in motor control.—In: S. Dornic (ed.) *Attention and performance*, 6. New Jersey: Erlbaum, Hillsdale, 1977, p. 719—739.
- Taub E., Berman A. J. Movement and learning in the absence of sensory feedback.—In: S. J. Feedman (ed.) *The neuropsychology of spatially oriented behavior*. Dorsey, Homewood, Illinois, 1968, p. 172—192.
- Teuber H. L. Unity and diversity of frontal lobe functions.—*Acta Neurobiologica Experimentalis*, 1972, v. 32, p. 615—656.
- Teuber H. L. Key problems in the programming of movements.—*Brain Research*, 1974, v. 71, p. 533—568.
- Tolman E. C. *Purposive behaviour in animals and men*. New York, Appleton—Century—Crofts, 1949.
- Turvey M. T. Contrasting orientation to the theory of visual information processing.—*Psychol. Rev.*, 1977, v. 84, N 1, p. 67—88.
- Turvey M. T., Shaw R., Mace W. Issues in the theory of action: degrees of freedom, coordinative structures and coalitions.—In: J. Requin (ed.) *Attention and performance*, 7. Lawrence Erlbaum: Hillsdale, New Jersey, 1978(a), v. 30, p. 5, p. 557—595.
- Turvey M. T. Visual processing and short-term memory. *Handbook of learning and cognitive Processes*, v. 5 *Human Information Processing*, 1978(b), p. 91—142.
- Wickelgren W. A. Spatial cognition and imagery.—In: *Cognitive Psychology*. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., Englewood, Cliffs, 1979, p. 67—93.
- Wilson D. M. The central nervous control of flight in a locust.—*J. Exp. Biol.*, 1961, v. 38, N 2, p. 471—490.
- Vince M. A. The intermittency of control movements and the psychological refractory period.—*Brit. J. Psychol.*, 1948, v. 38, p. 149—157.
- Vince M. A. Rapid response sequences and the psychological refractory period.—*Brit. J. Psychol.*, 1949, v. 40, p. 23—40.
- Wing S. F., Bortesen C. R. Effect of delay of feedback and type of movement on laterally displaced vision.—*Percept. and Motor Skills*, 1974, v. 39, p. 1331—1336.
- Welford A. T. The «psychological refractory period» and the timing of high speed performance—a review and a theory.—*Brit. J. Psychol.*, 1952, v. 43, p. 2—19.
- Welford A. T. On the sequencing of action.—*Brain Research*, 1974, v. 71, p. 381—392.
- Woodworth R. S. The accuracy of voluntary movement.—*Psychol. Monogr.*, 1899, v. 13, p. 1—114.

Н. Д. ГОРДЕЕВА,  
В. П. ЗИНЧЕНКО

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДЕЙСТВИЯ

Человеческое действие таит в себе многие загадки человеческого духа и неохотно расстается с собственными тайнами. Б. Спиноза писал: «То к чему способно тело, никто еще не определил». Нет ответа и на вопрос И. Ньютона: «Каким образом движения следуют воле?» Причина этого в том, что человеческое действие (живое движение) много сложнее механического движения. Живое движение — это не столько перемещение в пространстве, сколько преодоление пространства и овладение им. В живом движении имеются зачатки чувствительности, памяти, предвидения, что служит основанием считать его исходной единицей духовной жизни. Авторы книги исследуют, как формируются образ ситуации и образ действия и как на основе последних строится, реализуется и оценивается программа произвольного предметного действия. Использованный метод микроанализа действия позволил выделить в его микродинамике своего рода кванты — элементарные частицы, сохраняющие свойства целого действия (познание, чувство, волю).

Исследования выполнены в русле психологической теории деятельности и физиологии активности. В рамках одной концептуальной схемы объединены главные достижения теорий построения и развития движений и действий выдающихся советских ученых А. В. Запорожца и Н. А. Бернштейна, что дает достаточные основания для дальнейшего развития междисциплинарных исследований человеческого действия.

