

ГЛАВА IV

Фиксационные движения глаз и их связь с деятельностью

Исследования, изложенные в двух предыдущих главах, касались в основном фазических движений глаз, т. е. движений, приводящих к перемещению взора по объекту. Однако не менее функционально значимой является тоническая форма движений, выражающаяся в собственно фиксациях глаз. Ведь именно во время глазных фиксаций происходит основная зрительная работа; фазические же движения лишь подготавливают для нее условия.

Зрительный процесс, происходящий во время фиксаций, варьирует по многим параметрам. Он может меняться по напряженности, насыщенности, активности, произвольности, площади охвата и т. п. Недаром в языке существует большое количество терминов, отражающих меру активности зрения, способ или манеру смотрения, степень содержательности зрительного акта и т. п. Так, говорят о «пристальном», «сверлящем» или «пронизывающем» взгляде. Взгляд может быть «бесмысленным», «отсутствующим» или «пустым». Можно «устремить» взор, «пробежать» глазами или

«охватить» картину одним взглядом; «пялить» глаза, смотреть «краем глаза» и т. п. За всеми этими словами и выражениями скрывается психологическая реальность, которую мы хорошо чувствуем, но пока очень плохо умеем анализировать.

Сведения, которые мы получаем с помощью регистрации и анализа внешних движений глаз, при всей их ценности оказываются все-таки недостаточными. Такие параметры, как общая траектория, амплитуда и частота скачков, распределение фиксаций на объекте, их длительность¹, не всегда коррелируют с состояниями зрительного внимания. Например, траектории движений глаз по объекту при «пустом взоре» и внимательном рассматривании могут быть практически одинаковыми; фиксации повышенной длительности могут возникать как при напряженной зрительной работе, так и в периоды умственного сосредоточения, когда внимание «уходит внутрь» (Гиппенрейтер, 1964; Гиппенрейтер, Караева, 1968; Бороздина, 1973; Конькова, 1973).

Если воспользоваться геометрическим образом, то в целом записи фазических движений глаз можно сравнить с проекцией трехмерного тела на плоскость. Как известно, по такой проекции уже нельзя восстановить потерянное третье измерение. Точно так же записи движений глаз не позволяют восстановить «третье измерение» зрительного процесса — его содержательно-динамическую сторону. Такая ограниченность метода регистрации движений глаз в его традиционном виде вызвала у нас в процессе исследований всевозрастающее чувство неудовлетворенности и побуждало искать новые методические пути.

В ходе поисков возникла идея двух конкретных методов.

Первый из них был подсказан наблюдением эффектов, которые хорошо знакомы каждому.

Если смотреть из окна освещенной комнаты на очень темную улицу, то можно с одинаковым успехом видеть и отражающуюся в стекле внутреннюю обстановку комнаты, и улицу с домами, машинами, прохожими и т. п. Восприятие каждой картины можно вы-

¹ Длительность фиксаций как остановок между движениями может рассматриваться в качестве характеристики фазических движений глаз.

зывать и менять по желанию, но никогда не удастся увидеть их обе одновременно. Что это нельзя объяснить «периферическими факторами», например различной аккомодацией глаз, следует из простого эксперимента: если выбрать на улице и в комнате два предмета, находящихся на равных расстояниях от поверхности стекла, то аккомодация на них будет одинаковой, однако они все равно будут восприниматься только поочередно. Видение одной из картин, по крайней мере так, как это представлено в самонаблюдении, зависит не от внешней причины, а от некоторого внутреннего усилия или «настройки внимания». При этом элементы другой картины выступают как неосмысленный, неструктурированный фон, подобный «фону», описанному гештальт-психологами, но отличающийся тем, что он проецируется на те же участки сетчатки, что и элементы «фигуры», т. е. осмысленной ситуации.

Теперь предположим, что мы рассматриваем отражение какого-то предмета внутри комнаты, а фон за окном движется. Так бывает, например, когда мы едем по освещенной улице в освещенном автобусе и рассматриваем в стекле отображение другого пассажира. Возникает вопрос: будет ли движущийся за окном фон влиять на движения глаз? Если да, то не будут ли эти «вызванные» движения меняться в зависимости от того, как мы смотрим на интересующий нас предмет? Второй вопрос был главным. Под словом «как» мы подразумевали все те внутренние психологические свойства зрительных процессов, которые, как мы поняли, остаются за пределами «разрешающей способности» метода регистрации фазических движений глаз. В случае положительного ответа на оба вопроса — наличия «вызванных» движений глаз во время фиксаций и зависимости этих движений от качественных характеристик зрительного процесса — мы смогли бы использовать такие движения в качестве объективных индикаторов последних.

Идея второго метода предполагала использование другой разновидности фиксационных движений глаз — динамической фиксации или следящих движений глаз.

Динамическую фиксацию, вообще говоря, можно отнести как к фазической, так и к тонической формам движений глаз. К первой — по причине перемещения глаз во внешнем пространстве; ко второй — из-за ста-

билизации их относительно движущегося объекта. Нас интересовал больше второй аспект, а именно фиксация глаз на движущемся объекте. Задачей исследования было выявить возможную зависимость точности динамической фиксации от степени зрительного внимания к движущемуся объекту.

Содержание настоящей главы можно разбить на две смысловые части. К первой относятся исследования собственно фиксационных движений глаз — свойств и механизмов фиксационного оптокинетического нистагма (ФОН) и уровней динамической фиксации (соответственно § 4.1 и 4.3). Вторую часть составляют исследования «чувствительности» фиксационных движений к содержательно-динамическим характеристикам зрительного процесса (§ 4.2—4.5). В процессе исследования фиксационного оптокинетического нистагма обнаружилось новое свойство фиксационных движений — реагирование на временную структуру текущей деятельности. Описанию этого феномена посвящен последний параграф (4.6).

§ 4.1. ФИКСАЦИОННЫЙ ОПТОКИНЕТИЧЕСКИЙ НИСТАГМ И ЕГО МЕХАНИЗМЫ

В § 1.1 подробно рассматривались движения глаз при задаче фиксировать неподвижную точку. В § 1.2 речь шла о движениях глаз при предъявлении регулярно движущихся контрастов и задаче смотреть на них или следить за ними (соответственно «зрительный» и «двигательный» оптокинетический нистагмы). Как же будут вести себя глаза в конфликтных условиях — при инструкции фиксировать неподвижную точку, предъявленную на фоне движущихся контрастов?

Этот вопрос впервые экспериментально был исследован в 1930 г. М. Фишером и А. Корнмюллером. Испытуемый помещался внутрь вращающегося барабана с черно-белыми полосами, и его просили фиксировать неподвижную спицу, находившуюся перед движущимися полосами. Наблюдая с помощью лупы за глазами

испытуемого, они обнаружили нистагмоидные движения и дали их описание. Приведем краткий отрывок из него.

«... Если сравнить теперь эти своеобразные движения глаз с оптокинетическим нистагмом (ОКН), то нужно признать, что помимо количественных, внешне никаких различий нет. Здесь также есть смена быстрых фаз и медленных плавных следящих движений, поэтому феноменологически мы, пожалуй, могли бы рассматривать эти движения как частный случай ОКН. Ведь вне всякого сомнения они также вызываются оптокинетически. Чтобы подчеркнуть их особенности, однако, целесообразно назвать их «фиксационным оптокинетическим нистагмом»...» (Fischer, Kornmuller, 1930, с. 73).

Итак, М. Фишер и А. Корнмюллер впервые описали особый вид движений глаз и дали им название — фиксационный оптокинетический нистагм (ФОКН). Однако сделали они это на основании визуального наблюдения, не зарегистрировав описанные движения объективным методом. Это не было сделано и другими авторами на протяжении последующих тридцати с лишним лет. В результате описанный тип движений глаз стал отрицаться.

Вот выдержки из двух известных руководств по нейроофтальмологии: «ОКН может быть уничтожен, если испытуемый во время оптокинетической стимуляции будет фиксировать какой-нибудь неподвижный предмет или будет просто воображать его» (Walsh, 1957, с. 332); «Если испытуемый будет фиксировать свое внимание на каком-либо неподвижном предмете, а не на движущемся барабане, то ОКН исчезает» (Kestenbaum, 1947, с. 222).

Причиной такого категорического отрицания была недостаточная разрешающая способность применявшихся методов регистрации движений глаз. В большинстве случаев это был низкоконтрастный метод электроокулографии. По-видимому, впервые регистрацию ФОКН произвел Л. Старк с сотрудниками в 1962—1963 гг. (Nelson, Stark, 1962; Merrill, 1963). Сообщение было опубликовано в отчетах лаборатории и стало известно нам по публикации 1971 г. (Stark, 1971).

Л. Старк сообщает следующие сведения о ФОКН. Как и оптокинетический нистагм, он состоит из медленных фаз и быстрых возвратных скачков. Этот вид нис-

тагма наблюдается не только при наличии фиксационной точки, но и при отсутствии ее, т. е. при инструкции фиксировать взор на движущемся фоне («staring-OKN», по терминологии Л. Старка, в отличие от «fixated-OKN»). Скорость медленных фаз staring-OKN доходит до $5^\circ/\text{с}$; скорость медленных фаз fixated-OKN значительно меньше. В обоих случаях она не зависит от скорости движущихся контрастов. Если фиксируемая точка движется, то скорость плавных движений глаз представляет собой алгебраическую сумму скорости преследующих движений и медленных фаз ФОКН.

Амплитуда быстрых и медленных фаз ФОКН нерегулярна, однако обнаруживается хорошая корреляция (0,86) между амплитудой скачка и амплитудой следующего за ним дрейфа; в то же время корреляция между амплитудами скачка и предыдущего дрейфа отсутствует (0,14). Отсюда Л. Старк делает вывод, противоречащий гипотезе коррекционной функции микроскакад. По его мнению, дрейф исправляет позицию глаз, нарушенную скачком. Скачок же, по-видимому, выражает «исследовательскую реакцию» в направлении, откуда появляются движущиеся полосы.

В 1967 г. независимо от работ Л. Старка и его сотрудников нами также была начата серия исследований фиксационного оптокинетического нистагма (Романов, 1967², 1973; Гиппенрейтер, Романов, 1970, 1973). Главный интерес для нас представляло изучение связи характеристик ФОКН с содержанием деятельности, т. е. зависимости его от решаемой субъектом задачи. Однако предварительно необходимо было исследовать основные свойства ФОКН в «фоновых» условиях, т. е. при задаче фиксировать точку.

Настоящий параграф посвящен изложению основных свойств ФОКН в этих условиях, а также сопоставлению его с другими видами нистагма — физиологическим (ФН) и оптокинетическим (ОКН).

В основных опытах испытуемый помещался перед экраном, на который подавались движущиеся вертикальные черно-белые полосы и неподвижная световая точка. Испытуемому предлагалось фиксировать точку, не обращая внимания на полосы. Размеры экрана

² См.: Романов В. Я. Фиксационный оптокинетический нистагм как метод исследования уровня работы зрительной системы. Дипломная работа. М., 1967.

20°×20°, ширина каждой (черной и белой) полосы 4°. В различных сериях переменными были следующие условия: 1) направление движения полос — полосы могли двигаться слева направо и справа налево; 2) скорость движения полос — всего было восемь скоростей в пределах от 14 до 240°/с: $V_1=14^\circ/\text{с}$; $V_2=26^\circ/\text{с}$; $V_3=36^\circ/\text{с}$; $V_4=47^\circ/\text{с}$; $V_5=82^\circ/\text{с}$; $V_6=140^\circ/\text{с}$; $V_7=178^\circ/\text{с}$; $V_8=240^\circ/\text{с}$; 3) частота полос (количество полос, проходящих через фиксационную точку в одну минуту), которая менялась одновременно со скоростью в пределах от 40 до 690 в 1 минуту; 4) физические характеристики фиксационной точки — ее размеры и яркость. Яркость менялась по субъективной шкале: «яркая», «средняя», «слабая»; соответственно ей менялись размеры: 16', 7—8' и 2—3'; проводились также записи в условиях невидимой точки; 5) состояние испытуемых: в пробах с двумя испытуемыми сравнивались норма и состояние алкогольного опьянения.

Опыты сопровождалась регистрацией горизонтальной составляющей движений глаз с помощью фотооптической техники (Ярбус, 1965). Разрешающая характеристика записи 1 угл. мин в 1 мм.

В каждом опыте до включения движущихся полос регистрировались движения глаз при фиксации неподвижной точки на неподвижном фоне. Эти записи были необходимы для сопоставления ФН и ФОКН. Производилась также регистрация движений глаз при задаче проследивать движущиеся полосы, не обращая внимания на неподвижную точку. Таким образом, получалась возможность сравнить у одних и тех же испытуемых «двигательный» ОКН и ФОКН.

Все опыты проводились в условиях бинокулярного зрения. В опытах участвовали 9 испытуемых, с каждым из которых было проведено не менее 3 опытов на каждое условие. В результате у каждого испытуемого было получено по 700—900 циклов на условие.

Зависимость ФОКН от асимметрии физиологического нистагма (ФН)

Ранее у большинства обследованных испытуемых была обнаружена асимметрия ФН: она заключалась в преобладании одного из двух направлений дрейфов (и соответственно возвратных скачков): правого или левого³. У части испытуемых такой асимметрии не наблюдалось. Таким образом, все испытуемые были разделены на три группы: «правосторонние» (дрейфы преимущественно вправо, скачки влево), «левосторонние» (дрейфы влево, скачки вправо) и «центристы» (отсутствие преобладающего направления дрейфов и скачков).

³ Напомним, что в опытах регистрировалась горизонтальная составляющая движений глаз.

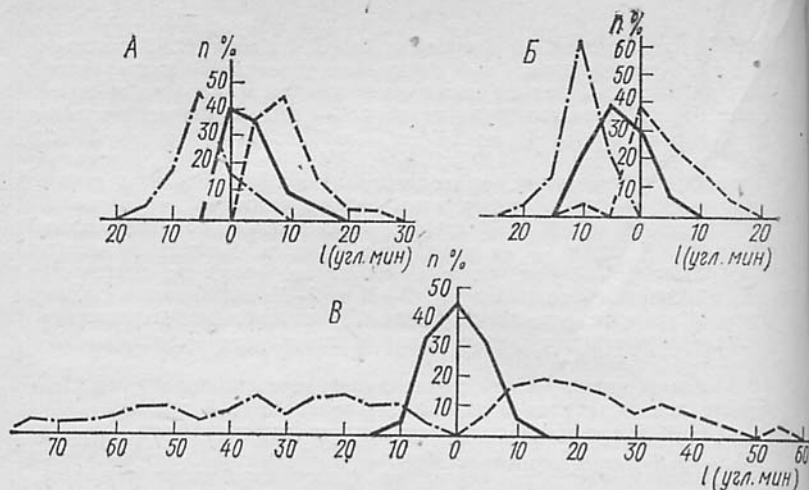


Рис. 29. Вариационные кривые распределения амплитуды дрейфов ФН и ФОН у испытуемых с различной асимметрией ФН:

А — «правосторонняя» испытуемая (Р. М.); Б — «левосторонняя» испытуемая (М. Л.); В — «центрист» (И. М.).

Сплошная линия — ФН, штрихпунктир — ФОН при движении контрастов влево, штриховая линия — ФОН при движении контрастов вправо

Записи ФН у представителей каждой из описанных групп приведены на рис. 3. На рис. 29 даны вариационные кривые распределения амплитуды дрейфов ФН (сплошная линия) у тех же испытуемых. Видны сдвиги графиков по отношению к нулевой точке: А — вправо («правосторонняя» испытуемая), Б — влево («левосторонняя» испытуемая); кривая В симметрична («центрист»).

При включении движущихся контрастов (и сохранении инструкции фиксировать неподвижную точку) у всех испытуемых без исключения наблюдались изменения фиксации движений. Характер этих изменений определялся соотношением направлений исходной асимметрии ФН и движения контрастов. Если эти направления совпадали, наблюдалась своеобразная «раскачка» фиксационного нистагма: увеличивалась скорость и амплитуда дрейфов (соответственно амплитуда возвратных скачков), сокращалась длительность циклов (рис. 30). Этот результат совпал с наблюдениями М. Фишера и А. Корнмюллера, поэтому описанный тип движения мы обозначили как «типичный ФОН». Если направления движения фона и дрейфов ФН были

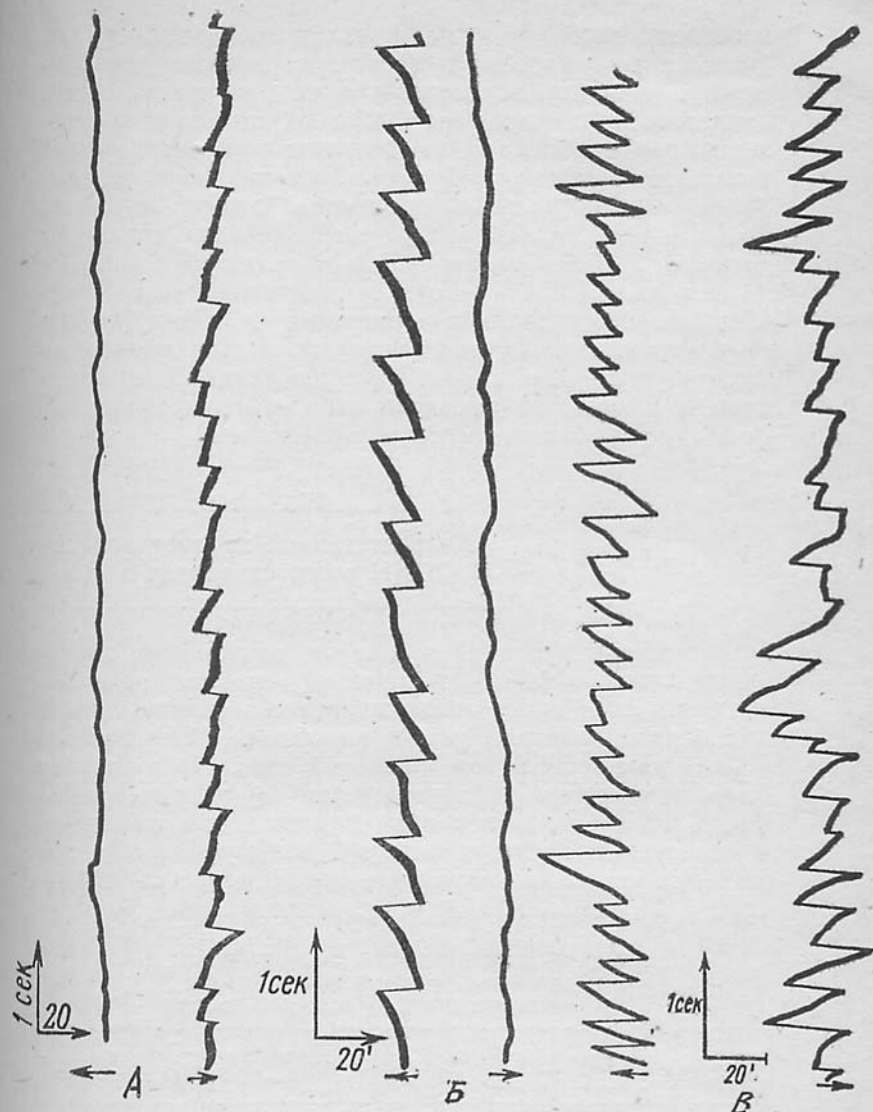


Рис. 30. ФОКН при движении контрастов вправо и влево (указано стрелками) у испытуемых с различной асимметрией ФН:

А — «правосторонняя» испытуемая (Р. М.); Б — «левосторонняя» испытуемая (М. Л.); В — «центрист» (И. М.)

противоположны, то наблюдался обратный эффект: уменьшалась скорость и амплитуда дрейфов (соответственно амплитуда скачков) и сильно увеличивалась длительность циклов (рис. 30). У «центристов» движение полос в каждом из горизонтальных направлений вызывало раскачку ФН в том же направлении (рис. 30, В). Статистическая обработка этого результата представлена в графиках распределения амплитуды дрейфов ФОКН (*штрихпунктир и пунктир*) на рис. 29.

Вся дальнейшая работа основывалась преимущественно на использовании «типичного ФОКН». Для этого у каждого испытуемого предварительно выявлялась его «сторона», т. е. направление движения фона, приводящего к большей раскачке глаз, и это направление фона сохранялось в последующих опытах.

Количественные характеристики ФОКН в сопоставлении с ФН

Выявление различий между фиксационными движениями глаз при фиксации точки на неподвижном и движущемся фоне имеет принципиальное значение, так как именно эти различия дают основание рассматривать ФОКН как особый тип движений глаз. Поэтому нами была произведена статистическая обработка записей ФН и ФОКН по параметрам длительности, амплитуды и скорости медленных фаз у 8 испытуемых. Средние значения указанных параметров приведены в табл. 4—1.

Таблица 4—1
ЗНАЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ (t), АМПЛИТУДЫ (l)
И СКОРОСТИ (v) МЕДЛЕННЫХ ФАЗ ФН
И «ТИПИЧНОГО ФОКН» И ИХ РАЗНОСТИ

Тип движений глаз	t (в мс)	l (в угл. мин)	v (в угл. мин/с)
ФН (M_1)	1490	4	4
ФОКН (M_2)	930	20	29
$M_1 - M_2$	560*	—16*	—25*

*) $p < 0,0001$.

Сравнение приведенных данных показывает высоко- достоверные различия- обоих типов движений глаз по всем трем параметрам.

Зависимость параметров ФОКН от физических характеристик движущегося фона (в сопоставлении с ОКН)

Известно, что одним из основных факторов, влияющих на движение глаз при прослеживании движущихся контрастов, является скорость и частота последних (А. Р. Шахнович, В. Р. Шахнович, 1964; Кисляков, Неверов, 1966; Fox et al., 1931; Ter-Brook, 1936; Kestenbaum, 1961). Эта зависимость была проверена в условиях наших опытов.

Испытуемым ставилась задача прослеживать движущиеся контрасты от одного края экрана до другого. Скорость движения полос варьировала от 4 до 71°/с. В этом диапазоне было исследовано 8 различных скоростей: 4, 11, 14, 18, 33, 43, 59 и 71°/с. Частота контрастов менялась вместе со скоростью от 50 до 700 полос в 1 минуту.

Оказалось, что при малых значениях скорости контрастов скорость движения глаз почти совпадает с ней; это сохраняется вплоть до 20—30°/с. При дальнейшем увеличении скорости начинается отставание глаз. Тем не менее скорость медленных фаз и частота циклов ОКН увеличиваются вплоть до скорости 45°/с (соответственно до частоты 200 циклов/мин). Еще большее увеличение скорости контрастов приводит к резкому замедлению движений глаз. Описанные результаты в общем совпадают с имеющимися в литературе (А. Р. Шахнович, В. Р. Шахнович, 1964; Кисляков, Неверов, 1966; Kestenbaum, 1961).

Так как ФОКН представляет собой форму нистагма, возникающего в условиях оптикинетической стимуляции, естественно было выяснить вопрос о влиянии физических характеристик движущегося фона (его скорости, частоты контрастов) на параметры ФОКН.

С этой целью была проведена специальная серия на трех испытуемых. Оказалось, что при изменении скорости контрастов в диапазоне от 14 до 240°/с средняя скорость медленных фаз ФОКН постоянна. Этот результат, таким образом, совпал с данными, сообщенными Мериллом и Старком (см. Stark, 1971). При изменении скорости и частоты контрастов сохранялась также амплитуда и частота циклов ФОКН.

Зависимость параметров ФОКН от физических характеристик фиксационной точки

В отличие от движущегося фона физические характеристики фиксационной точки оказывали существенное влияние на параметры ФОКН. Увеличение размеров и яркости точки приводило к «подавлению» ФОКН — уменьшению амплитуды и скорости медленных фаз. Наоборот, ослабление точки сопровождалось раскачкой ФОКН.

При попытках фиксировать воображаемую точку наблюдалась еще большая раскачка ФОКН; по мере продолжения фиксации его медленные фазы переходили в прослеживающие движения — медленные фазы ОКН (рис. 31).

ФН и ФОКН в состоянии алкогольного опьянения

Алкоголь часто используется для изучения механизмов регуляции движений глаз. Нам удалось найти лишь одно сообщение о влиянии алкоголя на фиксационные движения, в котором говорилось об увеличении спонтанных движений, особенно при резком отведении глаз в сторону (Aschan et al., 1956).

Наши наблюдения выявили заметное увеличение амплитуды и скорости медленных фаз ФН при алкогольном

ном опьянении по сравнению с ФН в норме, а также большое сходство «алкогольного ФН» с типичным ФОКН. Получить запись ФОКН в состоянии алкогольного опьянения у испытуемых не удалось: включение движущихся контрастов немедленно приводило к сильному головокружению, тошноте и невозможности поддерживать стабильную фиксацию; испытуемые, как правило, отказывались от дальнейшего участия в опыте.



Рис. 31. Записи ФОКН при различных размерах и яркости фиксационной точки:

А — яркая точка, диаметр 16';
Б — едва заметная точка, диаметр 2'; В — невидимая точка. Испытуемая М. Л., — левосторонняя.

Стрелки указывают направление движения контрастов. (Разрывы на записи «В» вызваны уходом луча за пределы регистрирующего устройства.)

О возможных механизмах ФОКН

Изложенные данные свидетельствуют о большей близости ФОКН к фиксационному, физиологическому нистагму (ФН), чем к оптокинетическому нистагму

(ОКН). Общими с ФН свойствами являются относительно малая амплитуда циклов ФОКН, заставляющая отнести этот вид движений к классу микродвижений глаз, и их произвольный характер. Главным отличием от ОКН является независимость скорости медленных фаз и частоты циклов ФОКН от скорости и частоты движущихся контрастов. Таким образом, первоначальное предположение М. Фишера и А. Корнмюллера о том, что ФОКН — это «частный случай ОКН», не подтверждается.

По-видимому, в формировании ФОКН принимают участие те же механизмы, что и в формировании ФН: субкортикальный центр произвольного нистагма, затылочный центр произвольной фиксации и лобный центр произвольной фиксации (см. § 1.1). Выше было показано, что типичный ФОКН отличается от ФН большей скоростью медленных фаз и большей амплитудой циклов, что придает ему вид «раскаченного» ФН. Такое отличие от ФН можно отнести за счет усиления в условиях движущегося фона активности низкоуровневого нистагмогенного центра.

Одно из первых предположений о существовании этого центра было высказано Г. Рэйдмейкером и Дж. Тер-Брааком (Rademaker, Ter-Braak, 1948), которые локализовали его в области вестибулярных и глазодвигательных подкорковых ядер. Позже существование нистагмогенного центра было подтверждено в исследованиях Ф. Бергмана и др. (Bergmann et al., 1964) и Дж. Вольфа (Wolfe, 1969). Раздражая ядра передних двухолмий, эти авторы получали горизонтальный нистагм в темноте (центральный нистагм).

Нистагмогенный центр посылает, видимо, к глазным мышцам несимметричные стимулы, вследствие чего и возникают однонаправленные дрейфы ФН. Можно предположить, что в этот же центр поступает и оптокинетическая стимуляция; в зависимости от направления движения контрастов оба указанных влияния либо суммируются, либо взаимно вычитаются. В результате происходит либо усиление дрейфов ФН (типичный ФОКН), либо их подавление (подавленный ФОКН).

Предположение, что эндогенная и оптокинетическая стимуляции могут алгебраически суммироваться, подтверждается экспериментами Ф. Бергмана и др. (Berg-

mappe et al., 1964). Центральный нистагм, который получался путем электрического раздражения субкортикального центра, усиливался при движении контрастов в одну сторону и тормозился при движении их в противоположную сторону. Предположение о том, что типичный ФОКН является, по существу, «раскаченным» ФН, подтверждается записями ФН в состоянии алкогольного опьянения: ФН в этом состоянии и ФОКН в норме практически не различаются.

Участие в формировании ФОКН двух других названных механизмов — корковых центров рефлекторной и произвольной фиксации — обнаруживается соответственно в «сдерживающем» влиянии фиксационной точки, пропорциональном ее физической силе, и в необходимости произвольной фиксационной установки для возникновения ФОКН (как уже говорилось, при установке проследить контрасты на смену ФОКН приводит ОКН).

Изложенное представление о механизмах ФОКН не совпадает с точкой зрения Л. Старка (Stark, 1971). Как уже отмечалось, этот автор считает, что дрейфы ФОКН обеспечивают коррекцию положения глаз относительно фиксируемой точки. Такому предположению противоречит факт значительного усиления дрейфов ФОКН при выключении фиксационной точки, т. е. в условиях, когда их корригирующая функция должна, наоборот, ослабиться.

Мы не думаем, однако, что исправление положения глаз невозможно за счет плавных движений. Выше неоднократно описывались случаи «активного», т. е. целесообразного, дрейфа (см. § 1.4, 1.5, 3.1 и др.). Возможно, что и при фиксации точки в медленных фазах ФН и ФОКН присутствуют элементы корректирующего дрейфа. Однако они могут быть лишь высокоуровневыми «наслоениями» на шумовые дестабилизирующие дрейфы, которые вызываются активностью субкортикального центра и еще более усиливаются под влиянием оптокинетической стимуляции.

Факты не позволяют согласиться также и с предположением Л. Старка о том, что скачки ФОКН представляют собой ориентировочную реакцию на движущиеся полосы. Во-первых, испытуемые в наших опытах часто не замечали движения фона. На вопрос после опыта: «В какую сторону двигались полосы?» — они

нередко отвечали, что не заметили, двигались ли полосы вообще. Во-вторых, ориентировочная реакция по мере продолжения опыта должна угасать и, следовательно, скачки ФОКН должны становиться реже, чего в опытах никогда не наблюдалось. Наконец, предлагаемое объяснение вообще не подходит к скачкам ФН, т. е. к аналогичным движениям в отсутствие движущихся полос.

Выше (см. § 1.1) уже шла речь о возможной природе скачков ФН. Мы считаем возможным распространить это объяснение и на быстрые фазы ФОКН. Последние можно рассматривать как результат периодического возобновления зрительного контроля в ходе решения задачи. Поскольку в данном случае речь идет о фиксационной задаче, то каждый скачок ФОКН является следствием очередной проверки строгости фиксации. Попробуем, исходя из этой интерпретации, объяснить описанные свойства скачков ФОКН.

Латеральную асимметрию скачков (если она наблюдается) можно рассматривать как следствие асимметрии дрейфов: поскольку при каждой проверке глаза центрируются относительно точки фиксации, то направление скачка должно определяться положением глаз к моменту наступления скачка, т. е. направлением предшествующего дрейфа.

По-видимому, центральное положение глаз в орбите характеризуется не точкой, а зоной. Поэтому в результате скачка линия взора может установиться нестрого на фиксируемой точке, а затем скорректироваться плавным дрейфом. Этим и можно объяснить описанные Л. Старком случаи несоответствия амплитуды быстрой фазы ФОКН амплитуде предыдущего дрейфа и противоположные случаи соответствия амплитуды дрейфов величине предыдущего скачка. Значительно меньшую частоту скачков ФОКН при движении полос в направлении, противоположном дрейфам ФН, равно как и их большую частоту при совпадении направлений дрейфов и движущихся контрастов, можно объяснить влиянием на частоту проверок успешности решения фиксационной задачи. В первом случае это решение проходит в благоприятных условиях «погашения» оптокинетической стимуляцией дестабилизирующего действия низкоуровневых дрейфов, в результате чего реже возникает необходимость в про-

верке и коррекции. Во втором случае дестабилизирующее действие дрейфов, наоборот, усиливается, и в результате возникает необходимость в частых проверках и коррекциях.

Подведем итоги. При задаче фиксировать точку на фоне движущихся контрастов наблюдаются произвольные движения глаз — фиксационный оптокинетический нистагм (ФОКН). Он отличается как от фиксационного нистагма (ФН), так и от оптокинетического нистагма (ОКН). Характеристики ФОКН зависят от соотношения направления асимметрии дрейфов ФН и движущихся контрастов. При совпадении этих направлений ФОКН имеет вид «раскаченного» ФН, при противоположных направлениях — вид «подавленного» ФН.

Характерная особенность ФОКН — отсутствие зависимости скорости медленных фаз от скорости движения контрастов. Это заставляет предположить в основном субкортикальную природу его медленных фаз (дрейфов). Влияние физических характеристик точки на медленные фазы ФОКН, выражающиеся либо в увеличении скорости и амплитуды дрейфов (при уменьшении размеров и яркости точки), либо в уменьшении обоих параметров (при увеличении размеров и яркости точки), обнаруживает участие в формировании ФОКН затылочного оптомоторного центра. Роль лобного глазодвигательного центра определяется необходимостью принятия произвольной установки фиксировать точку для возникновения ФОКН.

Быстрые фазы ФОКН, а также ФН можно рассматривать как следствие периодического возобновления контроля за решением задачи. Их ранние генетические формы — макроскачки, «разбивающие» на микроэтапы решение зрительных задач. Быстрые фазы приводят к «центрации» зрительной оси относительно выбранного направления, следствием чего может быть коррекция положения взора на точке фиксации. Однако такая коррекция может осуществляться и в режиме дрейфа, накладывающегося на низкоуровневый дрейф субкортикального центра.

Выяснение основных характеристик, свойств и механизмов ФОКН позволило перейти к основной задаче — изучению зависимости этого вида движений глаз от содержательных характеристик зрительного процесса. Первоначально мы пошли по пути грубых вариаций степени зрительной активности, определяемых модальностью задачи (Гиппенрейтер, Романов, 1970; Романов, 1971).

Повседневные факты показывают, что уровень зрительной активности, или зрительного внимания, значительно понижается при переходе от зрительных видов деятельности — чтения, наблюдения, рассматривания к незрительным — слушанию, припоминанию, размышлению. Эти факты и определили методику излагаемых ниже экспериментов. Их целью было выяснить, сказывается ли степень «пристальности» зрительного внимания на моторной напряженности фиксаций.

• Испытуемым предлагались *зрительные, слуховые и умственные задачи*.

Одним из вариантов *зрительных задач* была регистрация изменений цвета световой точки. С помощью цветных фильтров (красного, зеленого, желтого), помещавшихся на пути луча точечного осветителя, цвет точки менялся в случайной последовательности и с нестройной периодичностью (примерно один раз в 5—15 с). Испытуемый должен был отмечать моменты смены цвета нажатием на кнопку. Другим вариантом зрительной задачи было сосчитывание изменений цвета точки.

Слуховые задачи состояли либо в распознавании слов, произносимых шепотом, либо в обнаружении звуковых сигналов (щелчков) на фоне шума.

В порядке решения *умственных задач* испытуемым предлагались арифметические действия. Им давались исходные числа и способ действия с ними (например, производить последовательные вычитания из 383 по 7).

В особых пробах предлагались задачи, допускавшие *визуализацию* объекта мыслительных действий. Одной из них была задача на «распиливание» цветного куба и подсчет получившихся кубиков с различным числом окрашенных сторон (Волтер, 1966).

При предъявлении слуховых и умственных задач испытуемым давалась дополнительная инструкция фиксировать световую точку на экране, по которому двигались вертикальные черно-белые контрастные полосы. При предъявлении зрительных задач такая дополнительная инструкция не требовалась, так как световая точ-

ка была объектом целенаправленных действий испытуемых и в ходе решения задачи они неизбежно фиксировали ее.

Физические свойства зрительной стимуляции сохранялись неизменными: черно-белые полосы двигались со скоростью $3^\circ/\text{с}$, неподвижная точка была средней яркости (размер $6-7'$).

Каждый опыт начинался с записи «фонового» ФОКН: испытуемому предлагалось просто фиксировать точку на фоне движущихся контрастных полос. Направление их совпадало с направлением дрейфов ФН для данного испытуемого. Затем испытуемый переходил к решению основной задачи.

Остановимся на основных результатах. Прежде всего заметим, что изменение задачи действительно влияло на уровень или интенсивность зрительного внимания. Если при наблюдении цвета точки внимание испытуемых, по их словам, было «буквально приковано» к точечному стимулу (особенно в моменты ожидания очередной смены цвета), то при простой фиксации та же точка воспринималась как бы более формально, поскольку испытуемым зрительно «нечего было с ней делать»; при решении же слуховых или умственных задач внимание полностью «уходило» из зрительной сферы. О степени ослабления зрительного внимания свидетельствуют случаи, когда на вопрос: «Не мешали ли движущиеся полосы?» — испытуемые отвечали, что не заметили, были ли вообще на экране полосы.

Перейдем к записям движений глаз. На рис. 32 приведены образцы записей ФОКН одного из испытуемых при решении зрительной, умственной и слуховой задач в сравнении с «фоновым» ФОКН (т. е. ФОКН при решении только фиксационной задачи). В табл. 4—2 даны количественные результаты по четырем испытуемым.

Данные таблицы представляют собой средние значения (M) длительности и амплитуды дрейфов ФОКН, подсчитанные по 6—8 опытам (в сумме — 600—800 циклов ФОКН для каждого испытуемого). Для каждой задачи приведены значения параметров «фонового» ФОКН (M_1). Даны также сравнения параметров дрейфов ФОКН в каждой задаче с теми же параметрами «фонового» ФОКН (M_2-M_1).

Записи на рис. 32 и данные табл. 4—2 обнаруживают закономерные изменения ФОКН при переходе от простой фиксации точки к решению задачи каждого класса. Решение зрительных задач характеризуется увеличением продолжительности циклов и уменьшением амплитуды медленных фаз, соответственно уменьше-

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ (t)
И АМПЛИТУДЫ (l) ДРЕЙФОВ ФОКН
ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ
(результаты первой серии)

Испытуемые	Фоновый ФОКН, M_1	Зрительные задачи, M_2	$M_2 - M_1$	Фоновый ФОКН, M_1	Умственные задачи, M_2	$M_2 - M_1$	Фоновый ФОКН, M_1	Слуховые задачи, M_2	$M_2 - M_1$
				t (мс)					
Б. А.	1488	1776	288**	1488	1224	-264*	1368	1272	-96*
Л. П.	1152	1584	432**	1176	1128	-48	960	912	-48
А. П.	1032	1464	432**	984	840	-144**	1008	1032	24
М. Л.	1056	1176	120**	1176	936	-240**	1080	960	-120**
				l (угл. мин)					
Б. А.	26	19	-7**	30	30	0	26	30	4*
Л. П.	18	14	-4**	21	25	4**	20	22	2
А. П.	15	16	1	18	23	5**	18	17	-1
М. Л.	20	17	-3**	25	29	4**	17	17	0

*) $p < 0,01$.

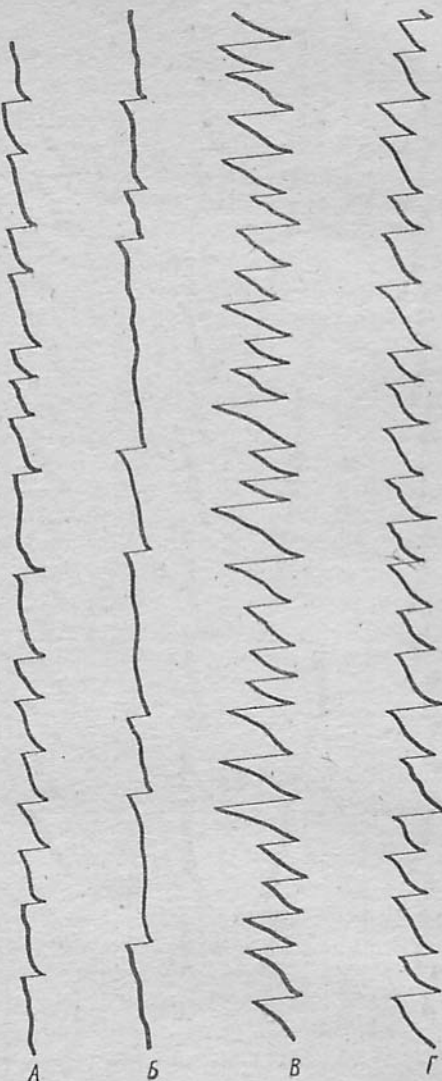
**) $p < 0,001$.

нием их скорости; ФОКН приобретает значительно более «выпрямленный» характер. Для решения незрительных задач характерны противоположные изменения: уменьшение длительности циклов, увеличение амплитуды и скорости медленных фаз. При этом в умственных задачах названные тенденции выражены сильнее, чем в слуховых.

Интересные результаты дали пробы с задачей «Кубик». По способу ее решения испытуемые разбились на две группы. Одни отчетливо зрительно представляли себе кубик и действия с ним. Так, испытуемая М. Л. «увидела» даже опилки, которые «сыпались» при распиливании кубика. Испытуемая той же группы (Р. Л.) в начале решения стала в тупик, так как представила себе кубик из пластмассы, который после распиливания оказался пустым. Другая группа решала задачу в логическом плане без использования зрительных образов.

Рис. 32. Записи ФОКН при решении различных задач:

А — фиксация точки («фоновый» ФОКН); Б — зрительная задача; В — умственная задача; Г — слуховая задача. Испытуемая М. Л., левосторонняя



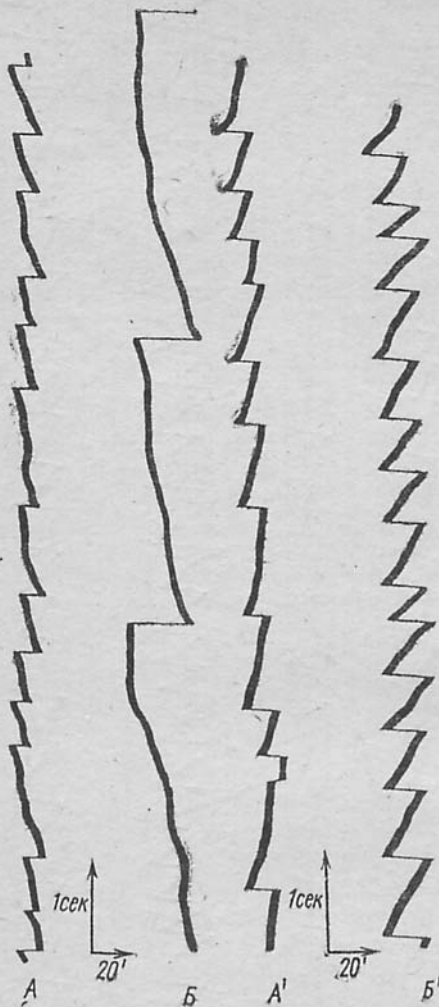
Указанным способам решения соответствовали различные типы ФОКН. На рис. 33 приведены образцы записей ФОКН у представителей каждой из описанных групп. Записи показывают, что способ решения, опирающийся на визуализацию, сопровождается «зрительным» ФОКН, решение в логическом плане — «умственным» ФОКН (ср. с рис. 32). Статистическая обработка показала значимость описанных различий.

Дополнительное подтверждение того же результата было получено в особых пробах с испытуемым А. К. Этот испытуемый в течение нескольких лет тренировал способность к визуализации и добился исключительных успехов. Ко времени экспериментов он мог удерживать образ целой страницы и «считывать» с нее текст. Эту способность он использовал и для решения умственных задач. При решении задачи «Кубик» у него оказался, конечно, «зрительный» ФОКН. Но, к нашему удивлению, такой же тип ФОКН он обнаружил и при реше-

Рис. 33. Записи ФОКН при решении задачи «Кубик»:

А — фоновый ФОКН; Б — ФОКН при решении задачи с визуализацией. Испытуемая М. Л., левосторонняя.

А' — фоновый ФОКН; Б' — ФОКН при решении задачи логическим способом. Испытуемая Л. П., правосторонняя



нии арифметических примеров — умножении трехзначных чисел на двузначные, в то время как все остальные испытуемые при этой задаче показали «умственный» ФОКН. После беседы с испытуемым выяснилось, что он решал примеры, визуализируя числа и используя прием умножения «столбиком», как мы обычно делаем это на бумаге: он умножал первое число на каждую цифру второго, «записывал» результат в строчку и затем складывал цифры в строчках по вертикали. Это ему не составляло труда, так как он мог «видеть» все цифры одновременно. Просьба производить вычисления в уме способом, обычно

применяемым при устном счете, приводила либо к неверному ответу, либо к отказу испытуемого от задачи. Нужно добавить, что у этого испытуемого ФОКН при слуховых и зрительных задачах был таким же, как и у остальных испытуемых.

При организации экспериментов мы исходили из феноменологического понятия «зрительное внимание» и пытались найти объективные корреляты степени его

напряженности в особенностях функционирования глазной моторики. Этот поиск оказался успешным: ФОКН при усилении внимания к зрительному объекту становился сдержанным, напротив, при отвлечении внимания от зрительного поля он закономерно усиливался.

Перейдем к анализу описанных фактов с позиции теории деятельности, что, на наш взгляд, необходимо для понимания причин не только каждого из описанных явлений — динамики зрительного внимания и динамики ФОКН, но и закономерной связи между ними.

Деятельность испытуемых в наших опытах была объектом непосредственного управления со стороны экспериментатора. Меняя задачу, мы меняли содержание и структуру деятельности испытуемых, в частности функциональное место, которое занимают в ней собственно зрительные и глазодвигательные компоненты. Когда испытуемый получал задачу «фиксировать точку», то видение точки было условием или операцией двигательного по своей природе действия — фиксации глаз. При переходе к слежению за изменением цвета точки зрительные акты — регистрация цвета, констатация его неизменности, обнаружение его изменений и т. п. — становились основными действиями, а фиксация глаз — вспомогательной двигательной операцией, обеспечивающей это действие благодаря удержанию проекции точки в фовеа. Наконец, при решении слуховых и умственных задач инструкцией задавалось как бы двухслойное строение деятельности: одновременно с решением основной задачи испытуемые должны были фиксировать точку. При этом, однако, слуховым (или умственным) действиям принадлежала ведущая роль: во-первых, в конце опыта требовался отчет об их результатах; во-вторых, они были несравненно более содержательными. Таким образом, в этом случае фиксацию точки можно было охарактеризовать как второстепенное действие или даже как второстепенный, «фоновый» акт. Если же говорить о зрительном процессе видения точки, то его приходится переместить еще более вглубь от уровня «основных образующих», поскольку он выступает как процесс, обслуживающий само по себе второстепенное действие.

Итак, переход от простой фиксации точки к зрительной задаче означал в наших опытах повышение

ранга зрительного процесса — превращение его из операции в действие. Напротив, переход от простой фиксации точки к одновременному решению слуховой или умственной задачи означал понижение ранга того же процесса — сведение его функции до афферентации второстепенного действия. Эти структурно-функциональные перестройки в плане деятельности имели своим субъективным коррелятом уже описанную динамику зрительного внимания.

Открытие связи свойств и динамики внимания со строением деятельности человека принадлежит преимущественно советским авторам (Добрынин, 1959; Рубинштейн, 1946; Леонтьев, 1965). В их работах показано, что в фокусе внимания всегда находится содержание, релевантное цели действий. Процессы же, имеющие второстепенную или обслуживающую роль, остаются на периферии внимания или вовсе за его пределами. Нетрудно видеть, что описанные отношения между изменением строения деятельности и динамикой зрительного внимания у наших испытуемых вполне отвечают этим общим закономерностям.

Анализ строения деятельности испытуемых позволяет также лучше понять описанные изменения ФОКН. По-видимому, за этими изменениями стоят перестройки мозговых механизмов, управляющих фиксационными движениями глаз.

В общем виде изменения механизмов или уровней построения движений при изменении задачи или «смыслового содержания» действий были показаны в работах Н. А. Бернштейна (1945, 1947), а также А. Н. Леонтьева и А. В. Запорожца (1945). Однако это касалось движений скелетной мускулатуры и собственно двигательных задач. По отношению к движениям глаз и их связи с перцептивными или другими познавательными задачами такие факты являются достаточно новыми.

Можно предположить, что физиологическая природа описанных вариаций ФОКН состоит в изменении активности высших корковых центров тонической системы глаз. Известно, что эти центры в случае повышения их активности оказывают тормозное действие на низкоуровневые структуры тонической системы глаз (Матюшкин, 1972), которые в нашем случае были представлены дрейфами ФОКН.

В качестве главного итога изложенных экспериментов нами был сформулирован принцип, условно названный *принципом зрительно-тонического параллелизма*: зрительным процессам более высокого деятельностного ранга соответствует более высокий уровень организации тонической активности глаз. Этот принцип был выдвинут как предварительная гипотеза, нуждающаяся в дальнейшей проверке. Такая проверка была организована по двум различным направлениям.

Одно из них составило исследование влияния места зрительного процесса в структуре деятельности на параметры динамической фиксации (см. § 4.3). Организуя это исследование, мы исходили из того соображения, что вариация исследуемого материала является важным средством уточнения и проверки предполагаемых закономерностей.

Другое направление составило исследование (на материале ФОКН) моторно-тонических следствий более тонких изменений зрительного процесса — изменений, которые наблюдаются в пределах решения только зрительных задач (см. § 4.4). Перейдем к изложению этих исследований в названном порядке.

§ 4.3.

УРОВНИ СЛЁДЯЩИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ

Результаты, полученные при исследовании влияния модальности деятельности на параметры ФОКН (см. § 4.2), заставили предположить, что механизмы фиксационных движений глаз находятся в тесной зависимости от деятельностного ранга и свойств зрительного перцептивного процесса. Задачей излагаемых ниже экспериментов было проверить этот результат на динамической фиксации (Гиппенрейтер, Смирнов, 1971; Смирнов, 1973).

На этом новом материале мы надеялись получить другой, более непосредственный способ выявления работы фиксационных механизмов. Когда глаза стоят на месте, фиксируя точку, механизмы, обеспечивающие

организацию и управление их *позной* активностью, плохо или совсем не обнаруживаются во внешних параметрах: статическая фиксация имеет для этого слишком мало «степеней свободы». Именно поэтому при исследовании статической фиксации пришлось прибегнуть к особому тестированию глаз движущимся фоном. Динамическая же фиксация имеет важные дополнительные характеристики: скорость и направление движения, определяющие точность прослеживания. Можно было предположить, что изменения в организации следящих движений отразятся на этих внешних характеристиках и, следовательно, смогут быть непосредственно выявлены объективной регистрацией.

В основных опытах испытуемый помещался перед экраном, по которому слева направо непрерывно двигался зрительный объект. Как только объект исчезал за правым краем экрана, он сразу же появлялся из-за левого края. Величина экрана по горизонтали составляла 12° или 18°, величина объекта — от 0,8 до 3°. Скорость движения объекта менялась в различных опытах от 1 до 18°/с, всегда оставаясь постоянной в одном опыте.

В качестве объектов использовались: а) арифметический пример, записанный в столбик; б) куб с пронумерованными гранями; в) цифровая таблица; г) столбик из 6 букв, образующих бессмысленное сочетание. По отношению к этим объектам испытуемым предлагалось выполнить задачи трех категорий: «преимущественно зрительные», «преимущественно умственные» и «смешанные».

К зрительным задачам относились следующие:

1) мысленно повернуть куб вокруг одной из осей на 90 или 180° и определить положение каждой пронумерованной грани после поворота;

2) отыскать все вертикальные и все горизонтальные цифры в таблице, придерживаясь для каждой категории цифр заданной последовательности. Использовался простой алгоритм поиска, описанный для аналогичной задачи Ф. Д. Горбовым (1964): испытуемому давалась инструкция поочередно искать «вертикальные» цифры в восходящем порядке и «горизонтальные» — в нисходящем.

Очевидно, что при решении этих задач испытуемые были вынуждены непрерывно обращаться к зрительному объекту.

К преимущественно умственным задачам относились следующие:

3) придумать и удержать в памяти 10 слов, имеющих заданные начальную и конечную буквы среди других в столбце, предъявленном зрительно;

4) решить арифметическую задачу на смекалку, содержащую в исходных условиях два числа. Задача сообщалась устно, числа же предъявлялись зрительно.

Можно заметить, что основная часть работы при решении «умственных» задач должна была происходить во внутреннем или умственном плане. «Удельный вес» зрительных компонентов был незначителен и приблизительно одинаков в обеих задачах: в каждом

случае требовалось зрительно воспринять два простых знака — буквы или цифры.

Смешанную категорию составили следующие задачи:

5) решить пример, предварительно преобразовав каждое число по определенному правилу;

6) отыскать в таблице все вертикальные и все горизонтальные цифры по сложному алгоритму. При сложном алгоритме испытуемый должен был учитывать еще и параметр четности цифр: вертикальные нечетные нужно было отыскивать в восходящем порядке, а вертикальные четные — в нисходящем; горизонтальные же цифры наоборот: нечетные — в нисходящем порядке, а четные — в восходящем. Некоторым испытуемым предлагался еще более усложненный алгоритм этой задачи.

Таким образом, деятельность при решении смешанных задач включала в себя как зрительные, так и умственные компоненты.

В начале или в конце каждого опыта испытуемого просили тщательно проследить какую-нибудь мелкую деталь того же движущегося объекта, что позволяло сравнить движения глаз при простом слежении по инструкции и при выполнении других задач.

Опыты проводились в условиях бинокулярного зрения. Движения правого глаза записывались фотооптическим методом. Луч от зеркала присоски проецировался на экран, представляющий собой открытую фотобумагу. В результате плавные движения глаз регистрировались в виде наклонных линий. Угол наклона, образованный этими линиями с горизонтальной плоскостью, отражал скорость движения глаза. Специальное устройство позволяло регистрировать на той же фотоленте положение и движение объекта, а также оценивать положение объекта относительно центра фovea, т. е. его положение в поле зрения.

В экспериментах участвовали 12 испытуемых в возрасте от 17 до 28 лет с нормальным зрением. Пяти испытуемым давалась первая задача, семи другим испытуемым — вторая — шестая задачи. Всего было проведено более 100 опытов.

Практически у всех испытуемых движения глаз при выполнении прямой инструкции «проследивать объект» и при решении других задач носили существенно разный характер. Во втором случае наряду с точными прослеживаниями (рис. 34, В) отмечались периоды плавных движений глаз, которые нельзя назвать прослеживающими в собственном смысле этого слова, так как они не обеспечивали следования глаза за объектом и удержания последнего в центральном поле зрения. Было зарегистрировано два типа неточных следящих движений: I тип — движения глаз, скорость которых значительно меньше скорости объекта (в некоторых случаях она постепенно падала до нуля) (рис. 34, А); II тип — циклические движения глаз, точно воспроизводящие скорость объекта, но гораздо меньшей амплитуды. Появление движений второго типа приводило к тому, что одному прохождению объекта по экрану со-

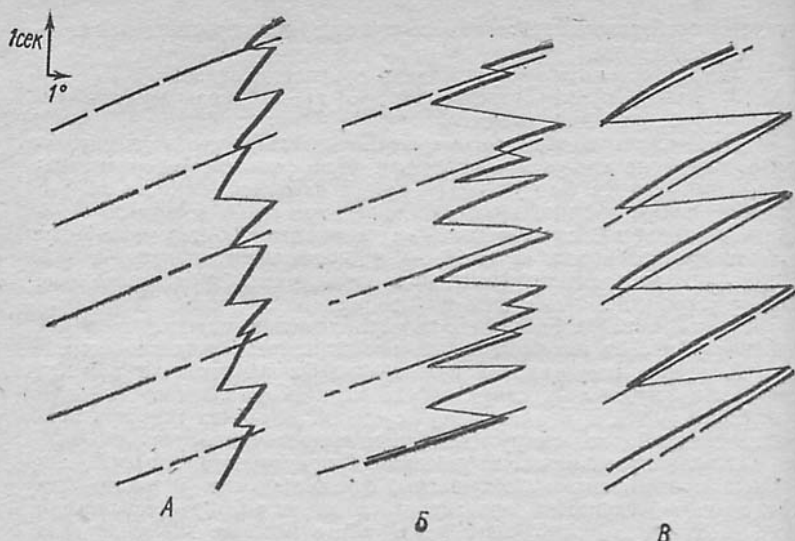


Рис. 34. Типы следящих движений глаз:

А — неточные следящие движения, I тип; Б — неточные следящие движения, II тип; В — точные следящие движения, III тип.
Жирные линии — записи движения глаз; тонкие линии — записи движения объекта.

ответствовал не один, а несколько циклов плавных движений глаз (рис. 34,Б). Понятно, что в этой ситуации попадание проекции объекта на фовеа могло иметь место лишь в одном из указанных циклов, во время же остальных циклов объект проецировался на различные участки периферии сетчатки. Обращает на себя внимание полное отсутствие мелких поправочных скачков в медленных фазах обоих типов неточных следящих движений.

Следующий важный факт состоит в том, что в различных задачах время, в течение которого наблюдались описанные типы движений, существенно варьировало. Следящие движения I типа встречались реже, чем движения II типа. Между частотой возникновения движений обоих типов в разных задачах обнаружилась тесная корреляционная связь ($\rho = +0,83$), т. е. в задачах, где «удельный вес» следящих движений II типа был выше, чаще встречались и движения I типа.

Таблица 4—3

ПОКАЗАТЕЛИ СУММАРНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СЛЕДЯЩИХ ДВИЖЕНИЙ
ГЛАЗ ТРЕХ ТИПОВ В % КЪ ВРЕМЕНИ ВСЕГО ОПЫТА
ПРИ РАЗНЫХ ЗАДАЧАХ

(средние данные по всем испытуемым)

Категория задачи	Задача	I	II	III
Глазодвигательная	Слежение по инструкции	1,3	4,5	94,2
Зрительная	Поворот куба	1,4	3,9	94,7
	Поиск цифр по простому алгоритму	1,0	6,5	92,5
Смешанная	Поиск цифр по сложному алгоритму	2,9*	12,5**	84,6**
	Решение арифметического примера	4,0*	17,3**	78,7**
Умственная	Придумывание слов	15,1***	20,9***	64,0***
	Задача на смекалку	23,1***	25,1***	51,8***

Знаки *, **, *** означают, что отличия данных показателей при решении задачи от соответствующих показателей при слежении по инструкции достоверны с уровнем значимости: $\alpha < 0,05$; $\alpha < 0,01$ и $\alpha < 0,001$ соответственно (использовался критерий Стьюдента).

В сводной табл. 4—3 представлены результаты, отражающие суммарную длительность периодов, в течение которых наблюдались следующие движения глаз каждого из трех типов.

Данные таблицы показывают прежде всего существенные различия между зрительными и умственными задачами. Решение первых происходит практически в том же глазодвигательном режиме, что и простое прослеживание объекта. Решение же умственных задач сопровождается заметным увеличением длительности неточных плавных движений, т. е. движений I и II типов. При этом в задаче на смекалку, требующей большей умственной нагрузки, эта тенденция выражена сильнее. Промежуточное положение по данным таблицы занимают задачи смешанного типа.

Таким образом, приведенные результаты обнаруживают следующие общие закономерности. Внимательная зрительная работа с движущимся объектом сопровож-

дается точными прослеживающими движениями глаз (III тип). Переход к незрительным видам деятельности (вербальным, интеллектуальным и т. п.) приводит к появлению неточных плавных движений (I и II типов). Время, занимаемое неточными следящими движениями, пропорционально степени умственной нагрузки. При этом сначала увеличивается «удельный вес» движений II типа, а затем — движений I типа.

Полученные данные позволяют высказать предположение, что в описанных движениях I, II и III типов мы имеем дело с уровнями построения следящих движений глаз, аналогичных уровням построения движений, описанных Н. А. Бернштейном (1947).

В порядке обсуждения и проверки этого предположения был поставлен ряд дополнительных экспериментов, а также проведен дополнительный анализ литературных данных.

Задача одной из дополнительных серий определилась тем фактом, что описанные движения трех типов были получены в условиях повторяющегося поступательного движения объекта, т. е. в ситуации, аналогичной той, которая используется для вызывания оптокинетического нистагма. В результате выделенные типы следящих движений и уровни их регуляции могли оказаться различными типами и уровнями нистагма, а не следящих движений вообще. Поэтому для проверки степени общности вывода необходимо было убедиться в существовании уровневых признаков следящих движений, не совпадающих по внешнему рисунку с нистагмом. Для этой цели были выбраны возвратно-поступательные движения объекта.

Испытуемому предлагалось решать арифметический пример, изображение которого перемещалось в горизонтальном направлении по синусоидальному закону с частотой 0,4—0,6 гц. Всего было проведено 15 опытов на 7 испытуемых.

Результаты экспериментов показали наличие тех же типов следящих движений. Наряду с точным прослеживанием (рис. 35,В) наблюдались участки движения, когда глаза полностью воспроизводили скорость объекта и ее предсказуемые изменения, хотя объект проецировался на периферию сетчатки (рис. 35,Б), а также участки движений, воспроизводящих только направление движения (рис. 35,А).

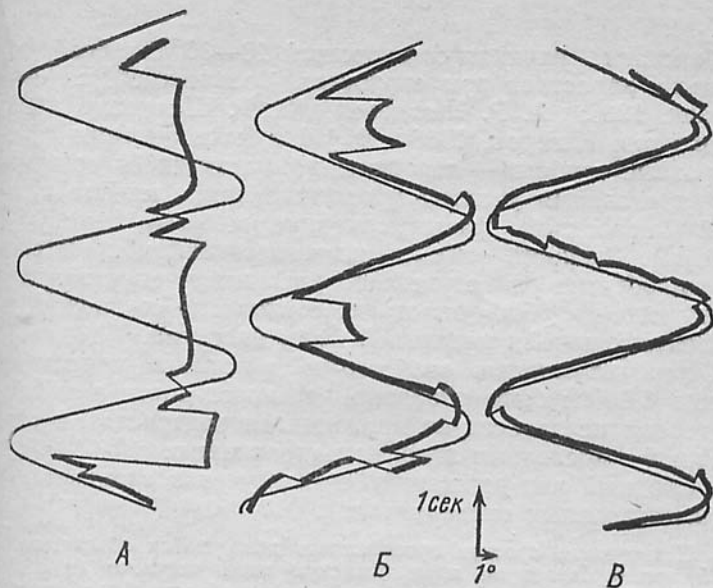


Рис. 35. Типы следящих движений глаз при возвратно-поступательном движении объекта:

А — неточные следящие движения, I тип; Б — запись с участками неточных следящих движений, II тип; В — точные следящие движения, III тип. Правильные синусоиды — движение объекта

Перейдем к анализу движений каждого типа.

Движения I типа, как уже говорилось, представляют собой плавные движения, скорость которых не соответствует скорости объекта и, как правило, меньше последней. Они не сопровождаются мелкими поправочными скачками. Как следствие, для этих движений характерно отсутствие «привязки» глаз к движущемуся объекту. Единственный параметр, который воспроизводится в движениях I типа, — это направление движущегося объекта.

В предыдущих параграфах (см. § 1.2, 4.1) мы уже описывали условия, при которых возникают плавные движения, обладающие перечисленными свойствами. Напомним их. При слежении за целью, совершающей колебательные движения с большой скоростью, скорость плавных движений оказывается значительно меньше (Ярбус, 1965; Дришель, 1966). Отставание глаз от объекта наблюдается в медленных фазах оптокинетическо-

го нистагма начиная со скоростей 20—30°/с и особенно сильно нарастает при скоростях, больших 60°/с (Тег-Враак, 1936; А. Р. Шахнович, В. Р. Шахнович, 1964; Кисляков, Неверов, 1966). В § 1.2 были описаны своеобразные «зубцы» — короткие, прерывающиеся возвратными скачками участки прослеживания в начале каждой медленной фазы оптокинетического нистагма (ОКН). Скорость этих плавных движений меньше скорости объекта и ступенчато увеличивается в каждом следующем «зубце» вплоть до совпадения со скоростью объекта к началу медленной фазы нистагма.

Перечисленными свойствами обладают медленные фазы ФОКН: было показано, что по скорости и амплитуде они не зависят от движущихся контрастов и совпадают с последним лишь по направлению.

Сходный тип движений был получен в специальных дополнительных экспериментах.

Испытуемого просили проследить движущийся объект, который проецировался на периферическую часть сетчатки (в области 8—14° от центра фovea). Предъявление объекта было организовано таким образом, что всякая попытка испытуемого посмотреть прямо на объект приводила к исчезновению объекта.

Результаты экспериментов приведены в табл. 4—4.

Таблица 4—4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАВНЫХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ
ПРИ ПРОСЛЕЖИВАНИИ ОБЪЕКТА ПЕРИФЕРИЕЙ СЕТЧАТКИ

Испытуе- мые	Скорость		Амплитуда		Направление	
	объекта	глаз	объекта	глаз	объекта	глаз
С. В.	18°	15'	6°	24'	Совпадение по обоим горизонтальным направлениям	
П. А.	18°	40'	6°	64'		
Т. А.	18°	27'	6°	40'		

Из таблицы видно, что плавные движения, вызываемые с периферических участков сетчатки, обладают свойствами движений I типа.

Из перечисленных условий возникновения движений I типа видно, что эти движения носят произвольный характер: они возникают либо при расстройстве или неуспехе произвольных усилий, либо вопреки им.

Плавность, метрическая неоформленность, произвольность движений I типа заставляют отнести их к

элементарным рефлекторным актам, напоминающим по своим свойствам движения палеокинетического уровня «А» (Бернштейн, 1947). Эксперименты с отслеживанием периферией сетчатки позволяют добавить к перечисленным признакам низкоуровневой природы этих движений еще один, морфологический. Как известно, периферия сетчатки не представлена во вторичных и третичных полях зрительной коры (18 и 19, по Бродману). Следовательно, центр движений I типа можно локализовать, по крайней мере, не выше 17 поля; однако сходство этих движений с субкортикальной формой нистагма (наблюдающейся в том числе и при декортикации животного) заставляет предположить еще более низкую, подкорковую их локализацию.

Движения II типа точно воспроизводят скорость объекта, но не обеспечивают строгого соотношения глаз с положением объекта. Для этих движений, так же как и для движений I типа, характерно отсутствие небольших поправочных скачков.

Анализ движений II типа проливает дополнительный свет на механизмы следящих движений глаз. Выше приводилась высказываемая К. Рэшбассом и другими авторами концепция существования двух различных механизмов, обеспечивающих динамическую фиксацию: 1) вызываемые движением проекции объекта по сетчатке плавные движения, которые точно воспроизводят скорость объекта на основе ее предварительной оценки; 2) поправочные скачки, сигналом к запуску которых служит отклонение проекции объекта от центра фовеа. К. Рэшбасс показал независимость работы этих двух механизмов на начальной стадии прослеживаемых движений. Но вопрос о самостоятельности этих механизмов оставался весьма гипотетичным, так как, во-первых, плавные движения без привязывания проекции объекта к фовеа наблюдались в опытах К. Рэшбасса лишь в течение непродолжительного времени, после чего обязательно наступал поправочный скачок; во-вторых, скорость плавных движений, регистрируемых до скачка, всегда была меньше скорости объекта. В наших же опытах были получены продолжительные плавные движения, точно воспроизводящие скорость объекта при отсутствии поправочных скачков и центрации глаз на объекте. Таким образом, удалось наблюдать работу первого гипотетического механизма, так

сказать, «в чистом виде», без наложения на его работу механизма скачков.

Уровень организации следящих движений II типа может быть сопоставлен с уровнем «В», по Н. А. Бернштейну. Эти движения уже оформлены по параметру скорости и обладают значительной динамической устойчивостью (их скорость точно выдерживается в течение длительных отрезков времени). В то же время в них отсутствует поправка на положение объекта в пространстве, которая характерна для следующего, более высокого уровня. Наконец, еще один признак: движения II типа носят полупроизвольный характер — они могут произвольно тормозиться, но не могут быть запущены в отсутствие движущегося стимула.

Для дополнительной проверки степени произвольности обсуждаемых движений была проведена специальная серия экспериментов.

Испытуемым давалась инструкция: проследить объект (арифметический пример), фиксируя воображаемую точку на определенном расстоянии впереди или позади него.

Оказалось, что испытуемые не могли в течение длительного времени выполнять эту инструкцию (рис. 36), местами, однако, появлялись участки движений, близких к движениям II типа. Процент движений II типа при попытке отслеживания эксцентричными участками сетчатки всегда был меньше процента движений III типа при фовеальном отслеживании (табл. 4—5). Эти результаты подтверждают положение о меньшей произвольности движений II типа по сравнению с точными следящими движениями.

Таблица 4—5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СЛЕДЯЩИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ
ВСЕХ ТРЕХ ТИПОВ В % КО ВРЕМЕНИ ВСЕГО ОПЫТА
ПРИ ПРОСЛЕЖИВАНИИ ОБЪЕКТА ЦЕНТРОМ ФОВЕА
И «НА РАССТОЯНИИ»

Задача	I тип	II тип	III тип
Отслеживание центром фовеа	1,0	4,7	94,3
Отслеживание объекта «на расстоянии»	38,7*	34,4*	26,9*

* $\alpha < 0,01$ (по Стьюденту).

Движения III типа — «классические», собственно прослеживающие движения, скорость которых соответствует скорости объекта, а наличие поправочных скачков обеспечивает удержание последнего в центральном зрении. Им также может быть найден аналог в движениях скелетной мускулатуры: это движения уровня «С». Согласно Бернштейну, на уровне пространственного синтетического поля «С» строятся прежде всего движения с ясно выраженным целевым характером, имеющие установку на точность и меткость. Иными словами, характерной чертой движений этого уровня является приспособленность к внешнему пространству, отсутствующая у движений нижележащих уровней. Этому уровню свойственна тесная связь эфферентных систем со зрительным анализатором, на нем впервые появляется возможность зрительного контроля движений. Все эти характеристики точно соответствуют особенностям следящих движений III типа. Мелкие поправочные скачки и макроскачки, входящие в их состав, обеспечивают постоянную соотношенность положения глаз с положением объекта в пространстве.

Можно высказать ряд предположений о *взаимодействии уровней следящих движений* (в дальнейшем мы будем называть их уровнями I, II, III соответственно типу регулируемых движений).

Самый низкий уровень (I) как бы генерирует плавные движения глаз, которые соответствуют движению объекта разве только по направлению. Эти движения выступают как основной двигательный «фон», который

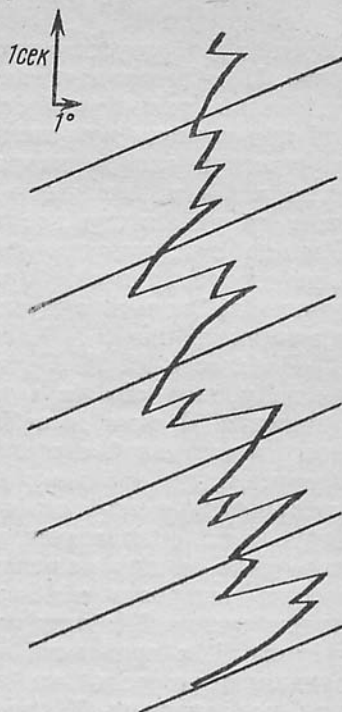


Рис. 36. Движения глаз при инструкции прослеживать объект «на расстоянии».

Наклонные прямые — движение объекта.

затем преобразуется вышележащими уровнями. Уровень II обеспечивает поддержание скорости плавных движений, равной скорости объекта. Наконец, уровень III при помощи поправочных скачков привязывает движущиеся в данном направлении и с требуемой скоростью глаза к положению объекта в пространстве, обеспечивая удержание последнего в центральном зрении. Именно этот уровень окончательно оформляет следящие движения глаз, придавая им тот вид, который можно наблюдать, в частности, при прослеживании точки по инструкции.

По мысли Н. А. Бернштейна, движения, строящиеся на уровне «В» (с которым мы соотнесли следящие движения II типа), афферентируются исключительно проприоцептивной системой. Возникает вопрос: не противоречит ли это тому факту, что движения II типа воспроизводят скорость объекта — параметр, который, безусловно, оценивается зрительной системой? Это противоречие можно разрешить, предположив следующее: оценка скорости объекта осуществляется сенсорным полем уровня III; этот уровень задает эталон скорости уровню II, а последний воспроизводит и поддерживает заданную скорость на основе проприоцепции до тех пор, пока уровень III не задаст новый эталон.

Известно, что в особых условиях влияние вышележащих уровней может быть отключено, и тогда наблюдается работа низших уровней как бы в чистом виде. В основных опытах мы наблюдали как раз этот эффект: отключение уровня III и обнажение двигательных фонов уровней II и I при решении задач (см. табл. 4—3). Это составило главный результат описанных экспериментов. Высокий коэффициент корреляции между длительностью следящих движений II и I уровней говорит в пользу того, что их появление связано с действием одного и того же фактора. Пользуясь феноменологической терминологией, его можно определить как ослабление зрительного внимания. Тот факт, что «удельный вес» следящих движений уровня I при решении задач данного типа был, как правило, меньше удельного веса следящих движений уровня II, указывает на чувствительность «механизма обнажения», нижележащих уровней к степени ослабления зрительного внимания: ведь большие степени отвлечения (сопровождающиеся движениями I уровня) случаются по

ходу решения задачи реже, чем меньшие (приводящие к движениям II уровня).

Полученные факты могут, на наш взгляд, быть объяснены изменением функционального места зрительных актов и вместе с ними движений глаз в структуре деятельности при смене задачи (ср. с анализом изменения ФОКН в § 1.3). Так, при решении зрительных задач зрительные процессы оказываются в ранге действий, а следящие движения выступают как средства их осуществления. В умственных же задачах зрительные акты выпадают из структуры основной деятельности и движения глаз разделяют в этом отношении их судьбу.

В итоге можно сказать, что исследование динамической фиксации подтвердило общий вывод о чувствительности тонической системы глаз к функциональному месту и роли зрительного процесса в деятельности. С усилением этой роли наблюдается параллельное усиление готовности тонической системы к фиксации движущегося объекта. Напротив, понижение функциональной роли зрения сопровождается ослаблением фиксации установкой, что выражается в «послойном» снятии координатной и затем скоростной привязки глаз к движущемуся объекту.

Описанные межуровневые переходы в системе следящих движений указывают на принципиальную возможность использовать регистрацию следящих движений глаз для выявления зрительных и незрительных периодов разнообразной по своему составу деятельности, а также для оценки степени внутреннего, умственного сосредоточения.

§ 4.4.

ЗАВИСИМОСТЬ ФОКН ОТ СВОЙСТВ ЗРИТЕЛЬНОГО ПЕРЦЕПТИВНОГО ПРОЦЕССА

Предыдущие эксперименты показали способность фиксационных движений глаз реагировать на те изменения зрительного внимания, которые вызываются сме-

ной модальности задачи. Однако широкие (часто более тонкие) вариации свойств зрительных актов вполне могут иметь место в пределах только зрительных задач.

Часто зрительные процессы совершаются как ярко выраженные произвольные действия, особенно в тех случаях, когда необходимая информация должна быть извлечена из объекта или зрительного окружения путем «всматривания», активной «организации» и т. п. В то же время существует большое число перцептивных автоматизмов — процессов, «срабатывающих» независимо от нашей воли. Они могут обеспечить мгновенную оценку объекта, его перцептивную организацию или трансформацию. Известно, например, что обращение двузначных фигур часто совершается самопроизвольно и иногда даже вопреки воле наблюдателя (Pelton et al., 1969). Еще более яркую иллюстрацию представляют мгновенные смены иногда целой перцептивной сцены при введении всего лишь одного «признака». В литературе описаны резкие переходы к константному и снова аконстантному видению цвета (Katz, 1935); столь же резкое обращение глубинных отношений при псевдоскопическом наблюдении (Компанейский, 1940) и т. п.

Наряду с произвольностью-непроизвольностью (автоматичностью) перцептивных актов можно выделить другую, хотя и сходную, их характеристику: степень субъективной напряженности или сложности. Это свойство относится преимущественно к произвольным перцептивным действиям, так как непроизвольные акты обычно протекают «легко», «сами собой» и вопрос о степени напряженности в отношении их не встает. Затруднить перцептивное действие, сделать его более напряженным можно за счет плохого или конфликтного «периферического обеспечения», т. е. путем создания таких стимульных условий, которые не способствуют или даже противодействуют решению перцептивной задачи. Примерами являются, с одной стороны, различные виды пороговых задач: обнаружение сигналов слабой интенсивности, различение близких раздражителей, опознание кратковременно предъявленных объектов, с другой — задачи активного выделения зашумленных или замаскированных фигур (Gottschaldt, 1926), фигур в многозначном объекте (Schumann, 1904), «несенсорных» фигур в гомогенной среде (Hebb, 1949) и др.

В главах II и III мы говорили о еще одной важной характеристике зрительного процесса — размере поля, в пределах которого он происходит (оперативное поле зрения). Зрительная настройка на поле определенного размера обычно диктуется величиной объекта, характером решаемой задачи, наконец, перцептивными возможностями субъекта. Как правило, настройка на поле принимает форму перцептивной операции, обслуживающей содержательное действие (опознание, оценку, сравнение объектов), но может осуществляться и в порядке решения специально поставленной задачи (см. § 2.2).

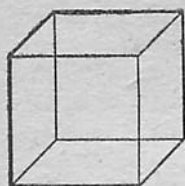
Помимо зрительного восприятия внешних объектов существует другая, не менее важная форма работы зрения. Она происходит во внутреннем плане, при отсутствии реального объекта. Как и в отношении «внешнего зрения», применительно к «внутреннему зрению» можно говорить о степени произвольности, напряженности, о величине или размере поля «охвата» и т. п.

Примером крайней степени произвольности процессов внутреннего зрения являются зрительные псевдогаллюцинации: хорошо известен их спонтанный, автоматический, навязчивый характер (Кандинский, 1952).

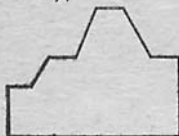
Такими же свойствами обладают зрительные образы-персеверации. С другой стороны, известны случаи развития уникальных способностей к произвольному вызыванию и удержанию ярких зрительных образов и к столь же произвольному от них отключению (Лурья, 1968). Более типичны вариации степени трудности, с которой удается вызвать в представлении образ даже хорошо знакомого лица.

Во внутреннем зрении также существует эквивалент оперативного поля зрения: в представлении можно вызывать как отдельные небольшие фигуры, так и сложные картины, занимающие все поле зрения. Последние принимают в патологии форму «панорамических галлюцинаций» (Кандинский, 1952).

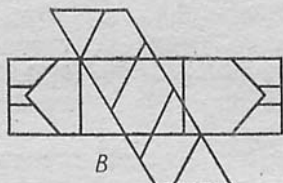
Описанные характеристики процессов внешнего и внутреннего зрения — *мера произвольности, степень напряженности* или сложности, *площадь «охвата»* или настройки внимания — были выбраны нами в качестве переменных для выявления зависимости от них параметров ФОКН (Романов, 1971, 1973).



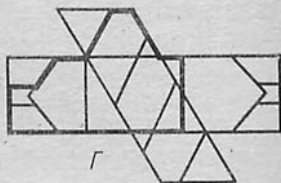
А



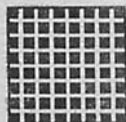
Б



В



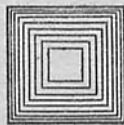
Г



Д



Е



Ж

Рис. 37. Неподвижные объекты, использованные в зрительных задачах:

А — куб Неккера; Б — фигура Готтшальдта; В — замаскированная фигура Готтшальдта; Г — демаскированная фигура Готтшальдта; Д — шахматная доска Шумана; Е — сенсорная фигура на шахматной доске Шумана; Ж — зашумленные квадраты

Объектами в опытах служили: куб Неккера, фигуры Готтшальдта, «шахматная доска» Шумана, зашумленные квадраты и цветные квадраты различной площади (рис. 37).

Размеры куба Неккера, фигур Готтшальдта и доски Шумана были постоянными, со стороной 4°; стороны зашумленных (вписанных друг в друга) квадратов варьировали в пределах от 50' до 5°; стороны цветных квадратов принимали значения 50', 4° и 8°.

В первой серии сопоставлялись условия произвольной и непроизвольной перцептивной организации. В качестве объекта использовался куб Неккера (рис. 37, А). Испытуемому давались две различные инструкции: а) «произвольно удерживайте одну из позиций куба; если произойдет смена ее — удерживайте новую позицию»; б) «просто наблюдайте куб и отмечайте каждую смену его позиций».

Во второй серии сопоставлялись задачи на произвольную перцептивную организацию в трудных и легких условиях. Использовались следующие объекты и задачи:

— в отношении фигуры Готтшальдта (рис. 37, Б): а) «выделять замаскированную фигуру» (рис. 37, В); б) «воспринимать демаскированную фигуру» (рис. 37, Г);

— при предъявлении «шахматной доски»: а) «выделять графически невыделенную несенсорную фигуру в форме креста» (рис. 37, Д); б) «наблюдать графически выделенную (сенсорную) фигуру в форме креста» (рис. 37, Е);

— в зашумленных квадратах: а) «выделять третий с края (зашумленный) квадрат» (рис. 37, Ж); б) «смотреть на центральный (незашумленный) квадрат» (тот же рисунок).

Очевидно, что все задачи под рубрикой (а) составляют трудные условия, а все задачи под рубрикой (б) — легкие условия.

В третьей серии сопоставлялись задачи, предполагающие разные площади зрительной настройки. Использовались красные квадраты переменной площади. Испытуемому давалась инструкция «охватить взором», или «настроить внимание» на каждый из предъявленных квадратов.

В четвертой серии выяснялась «реактивность» ФОКН на некоторые формы работы внутреннего зрения:

- а) произвольное вызывание зрительного представления: предварительно испытуемому давался объект — зашумленный квадрат; затем он убирался, и испытуемого просили «представить его снова на экране»;
- б) настройка внутреннего зрения на объекты разной площади: представляя те же зашумленные квадраты, испытуемые должны были поочередно настраиваться на площадь центрального, среднего и самого крайнего квадратов.

Физические свойства движущихся полос во всех сериях сохранялись неизменными: скорость $8^\circ/\text{с}$, одновременно в поле зрения находилось 5 черных и 5 белых полос при угловом размере каждой полосы 4° . Полосы двигались в сторону, совпадающую с асимметрией ФН для данного испытуемого. Опыты сопровождались регистрацией горизонтальной составляющей движений глаз. Всего в опытах участвовали 8 и в каждой серии — не менее 3 испытуемых. С каждым испытуемым было проведено по 6 и более опытов на каждую задачу.

Скажем предварительно несколько слов о способе обработки и представления результатов. До сих пор (см. § 4.1 и 4.2) при обсуждении свойств ФОКН и их изменений мы оперировали средними значениями длительности (t), амплитуды (l) и скорости (v) его медленных фаз. Очевидно, что из перечисленных трех параметров только два являются независимыми переменными, третий же представляет собой простое следствие двух других. Поэтому при изложении результатов достаточно было бы сообщать о направлении и величине изменений либо только t и l , либо t и v , либо l и v . Почему же мы поступали иначе? Дело в том, что в настоящий момент мы не можем сказать с уверенностью, какие же параметры ФОКН являются существенными, зависящими от интересующих нас факторов, а какие — производными. Более того, нам кажется, что в различных случаях существенные параметры могут быть различными. Во всяком случае выяснение этого вопроса представляет специальную задачу. Мы будем иметь в виду при рассмотрении результатов каждой серии.

Первый общий результат во всех сериях у всех испытуемых состоял в явно выраженном «зрительном» характере ФОКН. Типичными признаками его являются сильное увеличение t и, как правило, уменьшение v ;

в сочетании это создает картину подавленного или «вытянутого» ФОКН. На фоне этой общей картины наблюдались некоторые закономерные изменения, определявшиеся условиями и характером зрительных задач.

Задачи, рассчитанные на произвольные и напряженные зрительные действия (варианты «а» в первой и второй сериях), сопровождалось усилением «зрительного» характера ФОКН. Особенно характерным здесь было увеличение длительности медленных фаз до 10, 20 и более секунд — значения, неизвестные нам ранее для фиксационных движений глаз. На рис. 38 и 39 приведены записи движений глаз и средние циклы⁴ для соответствующих задач.

Исключение составили результаты с выделением фигур на доске Шумана: t средних циклов ФОКН при трудном варианте этой задачи — выделении несенсорной фигуры по сравнению с более легкой задачей — восприятием сенсорной фигуры — оказалось здесь меньше (рис. 40). Однако исключительность этого результата была лишь кажущейся.

Во-первых, большинство наших задач (они специально подбирались таким образом) решалось испытуемым при минимальном количестве установочных скачков, т. е. в режиме свободно длящихся фиксаций глаз. Однако иногда, особенно при возрастании сложности задачи, испытуемые переходили на двигательную тактику. Как раз при трудном варианте обсуждаемой задачи такая тактика была типичной для всех испытуемых. В этом случае фиксационные дрейфы начинали прерываться не только скачками ФОКН, но и установочными движениями глаз. В результате периоды плавных движений переставали характеризовать длительность медленных фаз ФОКН. При обработке же результатов этот момент специально не учитывался, а усреднялась длительность всех дрейфов независимо от характера прерывающих их скачков.

⁴ Каждый «средний цикл» составлен по средним значениям амплитуды (I), длительности (t) и скорости (v) дрейфов ФОКН, подсчитанных по 700—900 циклам у данного испытуемого при данных условиях. Эти значения приводятся над треугольниками, являющимися графическими изображениями средних циклов. Вертикальные катеты треугольников изображают среднюю длительность, горизонтальные — среднюю амплитуду и угол между вертикальным катетом и гипотенузой — среднюю угловую скорость дрейфов ФОКН.

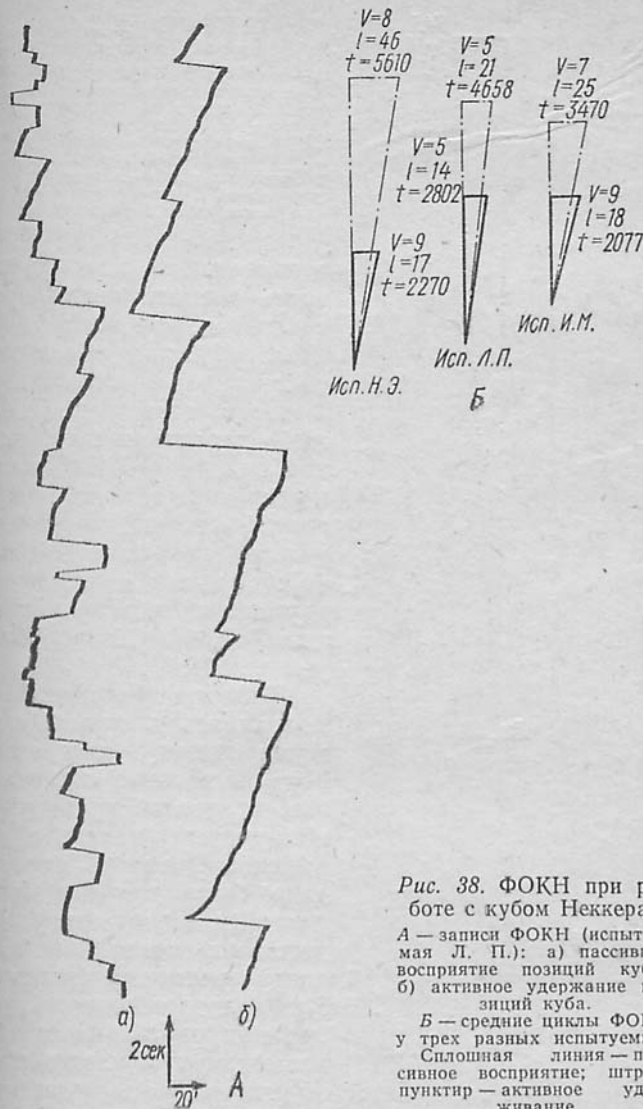


Рис. 38. ФОКН при работе с кубом Неккера:

А — записи ФОКН (испытываемая Л. П.): а) пассивное восприятие позиций куба; б) активное удержание позиций куба.

Б — средние циклы ФОКН у трех разных испытуемых. Сплошная линия — пассивное восприятие; штрихпунктир — активное удержание

Во-вторых, выделение несенсорной фигуры на доске Шумана было сверхтрудной задачей: испытуемые очень старались видеть «крест», но, как правило, это им не удавалось. Как раз в таких случаях они переходили на

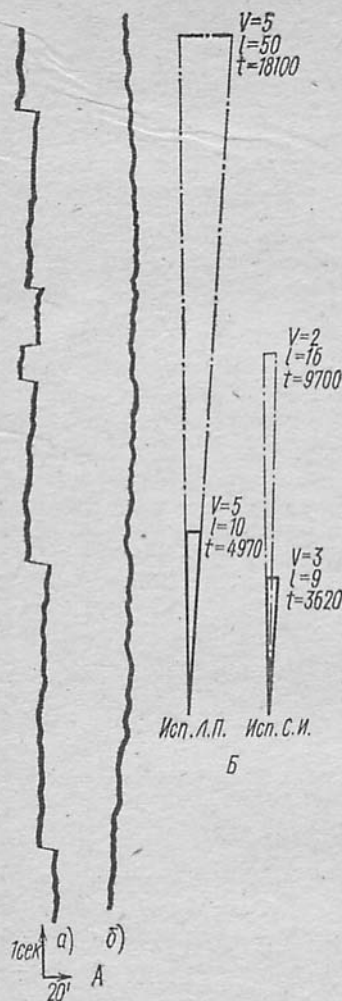


Рис. 39. ФОКН при работе с фигурой Готтшальдта:

А — записи ФОКН (испытуемая Л. П.): а) восприятие демаскированной фигуры; б) выделение замаскированной фигуры.

Б — средние циклы ФОКН у двух разных испытуемых.

Сплошная линия — восприятие демаскированной фигуры; штрихпунктир — выделение замаскированной фигуры

двигательную тактику, пытаясь достичь цели, образно говоря, «не моем, так катаньем», хотя и эта тактика им мало помогала.

Итак, единственной «чистой» характеристикой средних циклов ФОКН, относящихся к выделению несенсорной фигуры, могла быть только скорость дрейфов (v): она, как и в случаях других сложных зрительных задач, здесь была уменьшена.

Аналогичные результаты получились в опытах с зашумленными квадратами. Хотя выделение зашумленных квадратов проходило у испытуемых также с переменным успехом, сама задача была для них более легкой и периоды ее успешного выполнения были более длительными и отчетливыми. Это дало возможность дифференцировать (по отчетам испытуемых) участки записей,

относящихся к периодам фактического выполнения и к периодам фактического невыполнения инструкции. Результаты количественной обработки ФОКН в каждый из названных периодов приведены на рис. 41. Видно, что средние циклы, соответствующие периодам, когда испытуемому не давалось решение этой задачи (сплошная линия), сходны со средними циклами ФОКН при неуспеш-

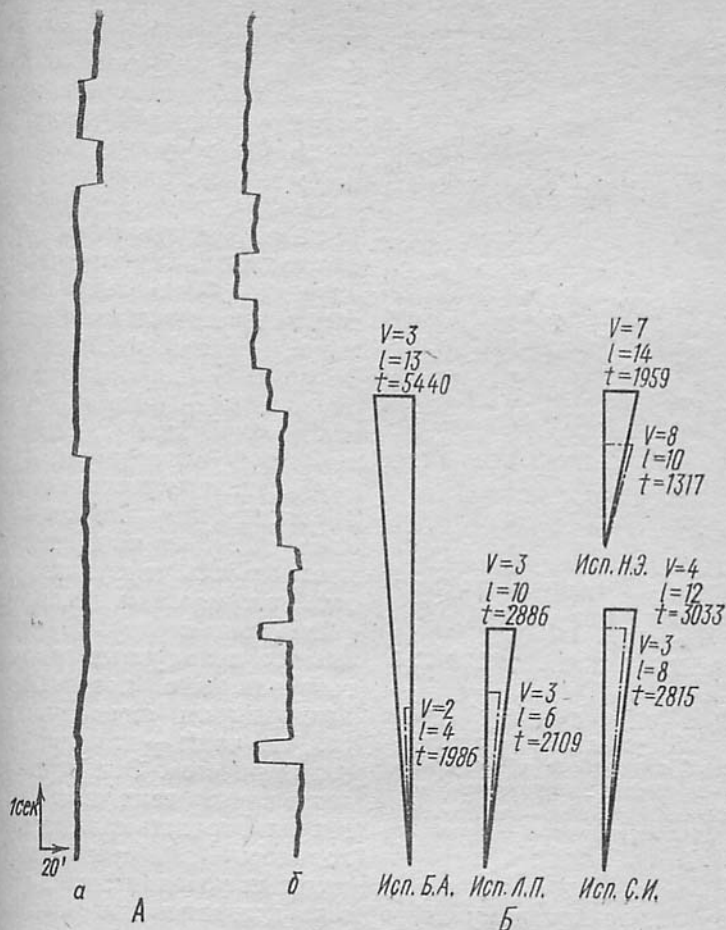


Рис. 40. ФОКН при работе с доской Шумана:

А — записи ФОКН (испытуемая Л. П.): а) восприятие сенсорной фигуры; б) выделение несенсорной фигуры.

Б — средние циклы у 4 разных испытуемых.

Сплошная линия — восприятие сенсорной фигуры; штрихпунктир — выделение несенсорной фигуры

ном выделении несенсорной фигуры на доске Шумана (см. рис. 40, штрихпунктир).

Еще один интересный результат относится к задаче настройки внимания на квадраты различной площади (третья серия). На рис. 42 приведены образцы записей движений глаз и средние циклы ФОКН при решении

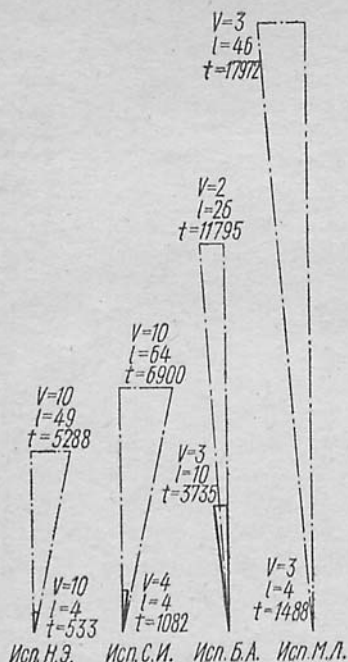


Рис. 41. Средние циклы ФОКН у 4-х разных испытуемых при работе с зашумленными квадратами.

Сплошная линия — невыполнение задачи; штрихпунктир — выполнение задачи

этой задачи. Обращает на себя внимание закономерное возрастание l вместе с увеличением площади настройки; v имеет ту же тенденцию; параметр t здесь, по видимому, является производным. Полученный результат оказался для нас очень значимым, поскольку впервые за много лет мы смогли увидеть *непосредственное проявление оперативного поля зрения*. До этих пор оно оставалось лишь полезной гипотезой (см. главы II, III).

Наконец, отчетливые результаты были получены в задаче, где испытуемым предлагалось визуализировать зашумленные квадраты (четвертая серия). В этих опытах испытуемые иногда говорили, что представить квадраты им «вроде удаётся», но чаще — что они «не видят ничего». Эти неудачи легко понять, если учесть, что визуализировать объект приходилось в чрезвычайно трудных условиях: глядя на

экран, по которому непрерывно двигались контрастные полосы. Регистрация движений глаз обнаружила при этой задаче прослеживающие движения большой амплитуды, которые, по существу, представляли собой медленные фазы оптокинетического нистагма⁵.

Эта же серия была проведена с испытуемым А. К., обладавшим чрезвычайно развитой способностью к запечатлению и удержанию зрительных образов (о нем

⁵ Как уже описывалось в § 4.1, превращение медленных фаз ФОКН в фазы прослеживания ОКН характерно для условий отсутствия фиксационной точки. Именно такие условия создавались при выключении объекта, подлежащего визуализации.

уже шла речь выше — см. § 4.2). Несколько попыток кончились неудачей: испытуемый говорил, что может ярко видеть квадраты только с закрытыми глазами; когда же он открывает глаза, то движущийся фон немедленно сбивает визуализированный образ. Регистрация ФОКН при таких неудачных попытках дала у этого испытуемого ту же картину, что и у других (рис. 43,а). А. К. очень хотелось продолжить тренировку и добиться видения квадратов на фоне полос. Такая тренировка была организована. В ходе ее экспериментатор плавно уменьшал яркость квадратов (от очень яркого до невидимого), в то время как испытуемый пытался «удерживать» их. Вскоре А. К. стал при выключении квадратов «что-то продолжать видеть» и на фоне полос. Регистрация ФОКН на этом этапе обнаружила сильно «раскаченный» ФОКН (рис. 43,б). Однажды А. К. воскликнул, что видит очень яркий центральный квадрат. ФОКН при этом оказался близким к ФОКН при фиксации неподвижной точки (рис. 43,в). Наконец, испытуемый оказался способным визуализировать зашумленные квадраты. Он мог не только видеть, но и действовать с этими квадратами, зрительно настраиваясь то на больший, то на меньший из них. На рис. 43,г приведена запись ФОКН при выделении центрального квадрата (50') в визуализированном образе; на рис. 43,д — запись при восприятии всего объекта (5°). Видно, что с увеличением площади настройки наблюдается закономерное увеличение амплитуды циклов ФОКН, т. е. то же, что и при аналогичной задаче с реальными объектами.

Попытаемся проанализировать полученные факты в понятиях теории деятельности. Вспомним прежде всего, что все задачи в описанных опытах были зрительными. Кроме того, они не сопровождалась дополнительной инструкцией фиксировать точку, как это имело место в некоторых задачах выше (см. § 4.2). Это значит, что единственными действиями в описанных опытах были зрительные действия. Следовательно, различия в характере ФОКН между различными задачами нельзя объяснить изменениями макроструктуры деятельности (как при анализе результатов § 4.2 и 4.3) — здесь эта структура была одинаковой. По-видимому, для объяснения требуется более тонкий анализ особенностей зрительных действий.

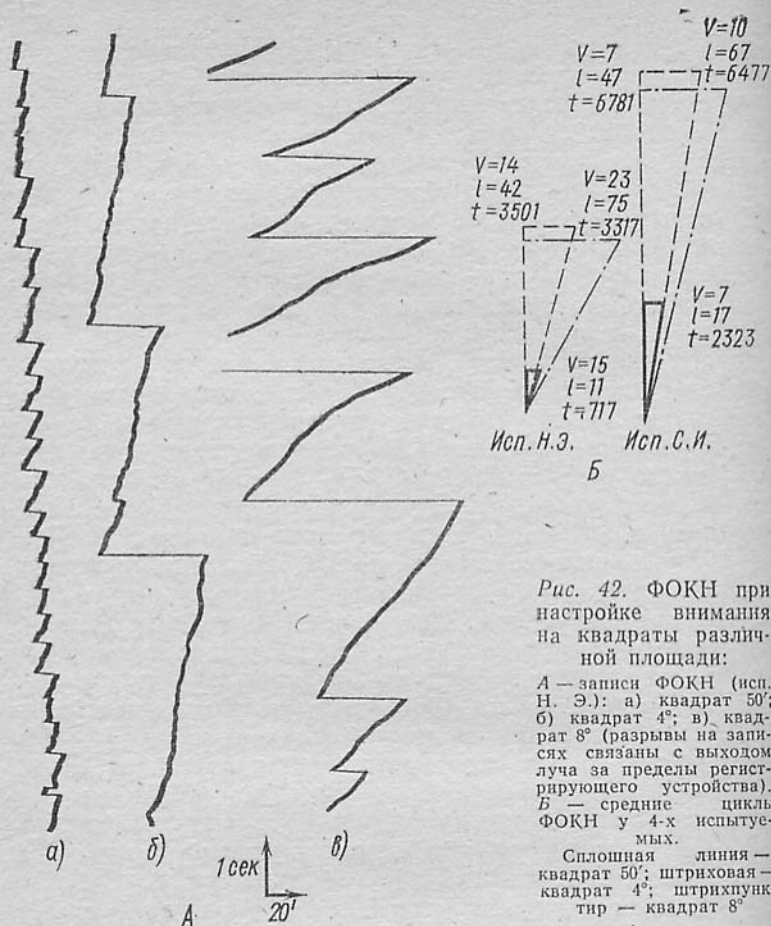


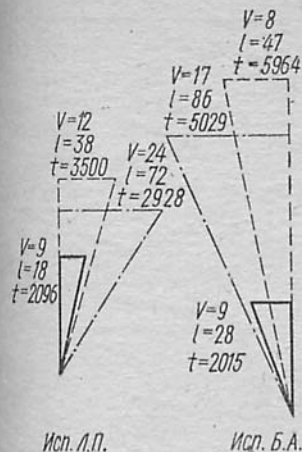
Рис. 42. ФОКН при настройке внимания на квадраты различной площади:

А — записи ФОКН (исп. Н. Э.): а) квадрат 50°; б) квадрат 4°; в) квадрат 8° (разрывы на записях связаны с выходом луча за пределы регистрирующего устройства). Б — средние циклы ФОКН у 4-х испытуемых.

Сплошная линия — квадрат 50°; штриховая — квадрат 4°; штрихпунктир — квадрат 8°

Произвольность, сложность, напряженность зрительных действий представляются нам как различные степени внутренней активности. В то же время степень внутренней активности служит признаком деятельностного ранга процесса.

Так, наиболее пассивными выступают для нас психофизиологические функции. Часто они переживаются как «отправления» организма, как процессы, происходящие «в нас» или «с нами». Так, для того, чтобы иметь светоощущение, нам не нужно ничего делать — в обычном смысле этого слова.



Процессы следующего уровня — операции, в том числе перцептивные, — отличаются автоматичностью, мгновенностью срабатывания, часто — неподвластностью произвольному контролю. Однако, с другой стороны, они допускают частичное вмешательство со стороны субъекта и поэтому должны быть сдвинуты на оси активности в сторону активного полюса.

Наибольшей степенью активности характеризуется, наконец, уровень действий, поскольку начало, ход и за-

вершение любого действия предполагают сознательный контроль со стороны субъекта.

Не следует забывать, однако, что любое действие представляет собой некоторый ансамбль процессов, включающий в том числе процессы более низких уровней — операций и функций. Эти «технические фоновые компоненты» действия (Н. А. Бернштейн) способны определить реальное психологическое «лицо» действия в целом. Если цель достигается в основном за счет срабатывания готовых механизмов (операций и функций), то действие протекает быстро, легко, почти произвольно. Так, задача опознать сложный, но хорошо различимый, знакомый объект решается мгновенно, как бы сама собой. Если же по какой-либо причине действие лишается поддержки снизу, то оно разворачивается во времени, проходит этапы поиска и принятия решения, сопровождается состоянием напряженности и т. п. Именно так проходит решение задачи обнаружения слабого точечного сигнала, несмотря на кажущуюся ее простоту (Tanner, Swets, 1954; Бардин, 1962; Бороздина, 1973).

Итак, отвечая на вопрос, почему различные действия, формально имеющие один и тот же ранг, существенно различаются по своим психологическим свойствам, можно сказать: потому, что различен «удельный вес» процессов каждого из деятельностных уровней, которые принимают участие в осуществлении действий.

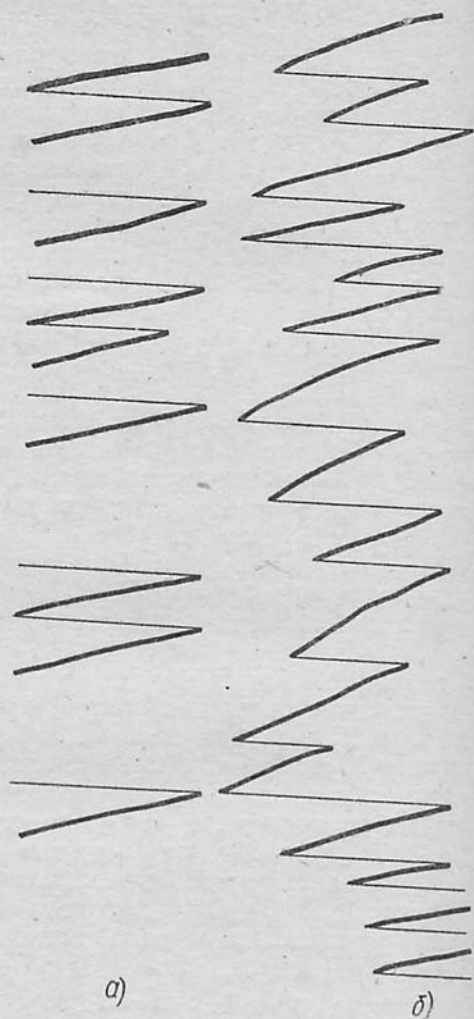
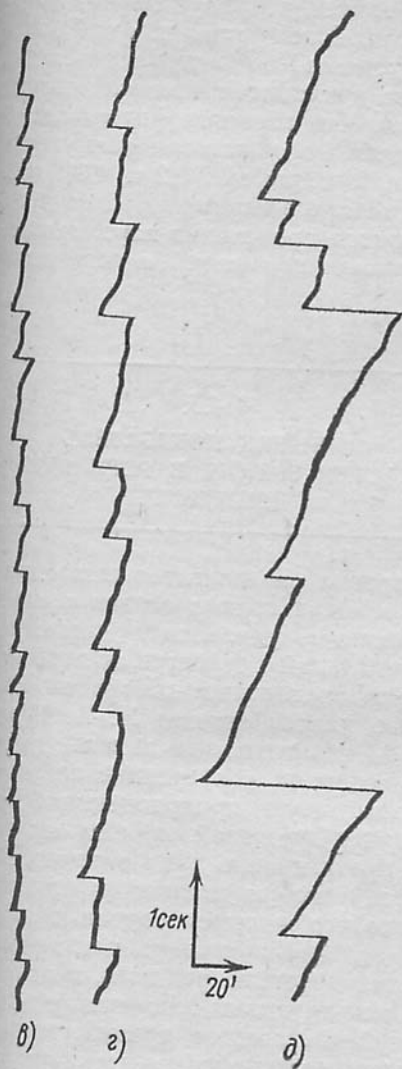


Рис. 43. Записи ФОКН при попыт-
 квадраты испытуемым А. К.: а) не-
 лизация; б) отчетливое видение
 квадрат 50'; в) настройка



как визуализировать зашумленные
удачная попытка; б) слабая визуа-
центра квадрата; г) настройка на
на квадрат 5°

Возвращаясь к результатам изложенных экспериментов, можно сделать вывод, что параметры ФОКН обнаружили чувствительность не только к формальному рангу зрительного процесса, но и к фактическому уровню, на долю которого приходится основная нагрузка в реализации действия. Что касается формы проявления этой чувствительности, то общая закономерность, описанная в предыдущих параграфах (4.2 и 4.3), подтвердилась и здесь: *вместе с повышением уровня организации зрительного процесса происходит параллельное усиление роли высокоуровневых влияний в тонической системе глаз.*

§ 4.5.

ФОКН КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УЧАСТИЯ ЗРЕНИЯ В РЕГУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИИ

Проблема участия зрения в двигательных актах имеет несколько аспектов. Один из них связан с существованием «внешнего кольца» управления движениями. Обширный класс движений строится и первоначально осуществляется под зрительным контролем. Это движения уровня «С», по классификации Н. А. Бернштейна (1947). По мере автоматизации таких движений их управление переходит на «внутреннее кольцо», замыкающееся через мышечную проприоцепцию. Хорошо известными примерами движений, прошедших такую историю, являются протягивание руки в темноте к выключателю или подписи, которую мы можем ставить, не глядя на руку. Понятно, что «чистые» случаи движений, афферентлируемых только зрительно или только проприоцептивно, являются довольно редкими, и основную массу профессионально-трудовых, спортивных, бытовых и прочих движений составляют промежуточные случаи. В отношении них целесообразно говорить об относительной роли или «удельном весе» зрительных компонентов в общем афферентном потоке, обслуживающем управление движениями.

Другой аспект той же проблемы связан с использованием в двигательных задачах зрительных образов

внешнего пространства, или зрительных пространственных представлений. По зрительным представлениям совершаются, например, движения, цель которых — воспроизвести метрические или пространственные свойства знакомого, но отсутствующего в данный момент объекта. Так, мы можем с большим или меньшим успехом начертить линию в 10 см, используя эталон, хранящийся в долговременной памяти. Иногда внутренние зрительные образы, афферентирующие движения, отчетливо выступают в самонаблюдении, например когда мы в темноте передвигаемся по собственному дому; в других случаях их присутствие субъективно менее очевидно, хотя может быть обнаружено объективными методами. Один из таких методов основан на «разведении» фактического и зрительно воспринимаемого положений источника звука при задаче указать его местоположение. Используя этот прием, Г. Пик и другие (Pick et al., 1969) показали, что испытуемые локализуют звук где-то между истинным и видимым положениями его источника, причем степень отклонения в сторону видимого положения различна у разных испытуемых.

В целом можно сказать, что проблема участия зрения в движениях имеет как качественную, так и количественную сторону. Зрение поставляет сигналы расогласования, на основании которых производятся текущие коррекции движений; оно участвует также в программировании движений на основе либо реальной зрительной стимуляции, либо образов-представлений.

Разнообразные факты показывают, что в руководстве движениями зрение может частично, а иногда и целиком передавать свои функции другим перцептивным модальностям. Главным таким помощником, заместителем или конкурентом зрения является, конечно, мышечная проприоцепция, хотя на ее месте могут оказаться слух, осязание и др. Таким образом, при изучении механизмов формирования, осуществления, автоматизации движений большое значение приобретает вопрос о степени включенности зрения в афферентацию движений. К сожалению, строгое исследование этого вопроса до сих пор тормозилось из-за отсутствия объективных показателей активности зрительной системы.

Результаты исследований, изложенные в § 4.2 и 4.4, позволили предположить, что параметры ФОКН могут

служить объективными показателями меры участия зрения в двигательных актах. Это предположение было подвергнуто нами экспериментальной проверке (Гиппенрейтер, Пик, 1973).

Во всех опытах испытуемые получали двигательную задачу. Они должны были производить то или иное движение рукой, не глядя на нее. Одновременно их просили фиксировать точку, находящуюся в центре экрана, по которому двигались черно-белые полосы.

В первой серии использовалось простое однотипное движение — линейные поступательные и возвратные перемещения руки: испытуемый держал в руке специальный карандаш и двигал им вдоль горизонтальной щели длиной 20—30 см. Варьировались условия, меняющие тип афферентации этого движения. Всего предлагалось четыре задачи.

Движения между перегородками: по краям щели ставились механические ограничители, и испытуемый должен был передвигать руку от одного ограничителя до другого, не заботясь об амплитуде движения (условие I).

Движения по двигательной памяти: испытуемый задавал себе эталонное движение и затем пытался его в точности повторить (условие II).

Движения по зрительной памяти: на экране предъявлялся эталон длины, который задавался парой точек по обе стороны от точки фиксации; расстояния между точками варьировали от 4 до 12 см, что соответствовало диапазону 2—6°; по истечении 5 с эталон выключался, и испытуемый должен был воспроизвести его движением руки (условие III).

Движения по зрительному эталону: эталон (такая же пара точек, что и в предыдущей задаче) оставался на экране в течение всего времени его воспроизведения (условие IV).

Во всех условиях испытуемого просили повторять движение туда и обратно до тех пор, пока экспериментатор не даст сигнал к остановке. Обычно он успевал к этому времени произвести от 10 до 20 полных циклов движения руки. В каждом 3—4-минутном опыте использовалось два из четырех перечисленных условий. В течение всей серии каждое условие повторялось, по крайней мере, в двух опытах с каждым испытуемым.

Установка обеспечивала синхронную регистрацию на одной и той же фотоленте движений глаза и движений руки.

Все четыре задачи первой серии можно было упорядочить по степени предполагаемого участия зрения: наименее зрительными представлялись движения между перегородками (условие I), за ними шли движения по двигательной памяти (условие II)⁶, затем — движе-

⁶ Условие II, вообще говоря, допускало включение зрительных компонентов, поскольку в инструкции испытуемого специально просили ориентироваться на амплитуду заданного движения в координатах внешнего пространства, а не собственного тела.

ния по зрительной памяти (условие III) и, наконец, движения по зрительному эталону (условие IV). Если бы ФОКН действительно реагировал на меру участия зрения в движениях, то можно было бы ожидать упорядоченных изменений его параметров соответственно предполагаемому нарастанию степени зрительности описанных задач.

Во второй серии были взяты более сложные графические движения. Главное сравнение здесь проводилось между повторяющимся воспроизведением собственной подписи испытуемого и написанием печатными буквами простых слов на иностранном языке. Предполагалось, что вторая задача связана с большей визуализацией букв, т. е. программы движений, чем первая.

В каждом опыте второй серии испытуемые в течение половины времени многократно воспроизводили подпись, а в течение другой половины писали заглавными печатными буквами знакомые иностранные слова типа: EIN, ZWEI, DREI или ONE, TWO, THREE. Порядок этих задач в различных опытах менялся. Испытуемым предлагали писать в естественном для них темпе. Движения письма регистрировались на специальном фотокимографе (манографе) с помощью светового карандаша. Регистрация была организована так, что позволяла в дальнейшем сопоставлять записи графических движений руки и движений глаз с точностью до периодов написания отдельных букв и даже элементов отдельных букв.

Во всех опытах для регистрации движений глаз использовался фотооптический метод. В начале и часто в конце каждого опыта записывался фоновый ФОКН, т. е. ФОКН при фиксации неподвижной точки без дополнительной двигательной задачи. По крайней мере, две, а обычно четыре такие 3—4-минутные пробы проводились с каждым испытуемым.

В опытах участвовали 4 испытуемых, однако по техническим причинам оказалось возможным обработать записи только двух из них. Одна из этих испытуемых была специалистом-психологом, другая имела среднее образование.

Обработка результатов первой серии состояла прежде всего в подсчете средних значений длительности (t) и скорости (v) медленных фаз ФОКН. Амплитуда циклов (l) рассматривалась как производная от первых двух параметров.

Предварительный анализ результатов обнаружил динамику ФОКН в пределах каждой задачи, по мере повторения движений (как уже говорилось, в каждой отдельной пробе испытуемый производил серию движений — не менее 10 циклов). Поэтому можно было подсчитывать средние по данным, относящимся отдельно к началу и к концу серии движений. Для этой цели были выбраны 1—3 и 8—10 циклы руки.

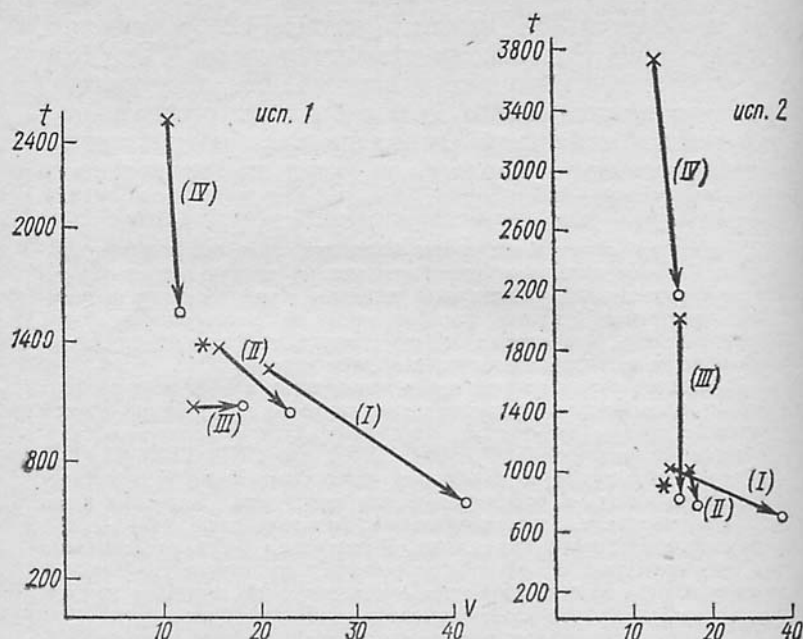


Рис. 44. Средние значения t и v ФОКН в первых (1—3) и последних (8—10) циклах движений руки при различных условиях первой серии:

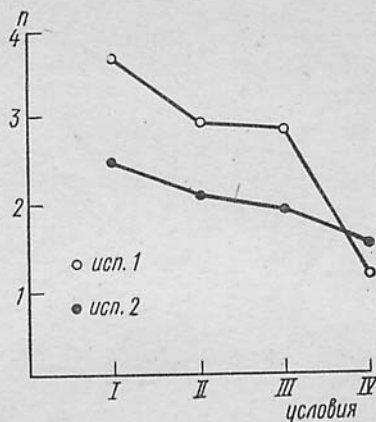
I — произвольные неметризованные движения (между перегородками); II — движения по двигательной памяти; III — движения по зрительной памяти; IV — движения по зрительному эталону (исп. 1 и исп. 2).
x — 1—3 циклы, o — 8—10 циклы, * — фоновый ФОКН

Сравнение ФОКН между первыми и последними циклами руки (внутри одного условия) представляло специальный интерес потому, что, как известно, повторение движения независимо от его первоначальной афферентации связано с переходом контроля этих движений на мышечную проприоцепцию. Таким образом, изменения ФОКН внутри условий можно было интерпретировать как чувствительность его к динамике афферентации в процессе автоматизации движений.

Полученные результаты отдельно для каждой испытуемой приведены в графиках на рис. 44. Сравнение между условиями в 1—3 циклах показывает: для исп. 1 значимы отличия⁷ условия IV от всех остальных усло-

⁷ По критерию Стьюдента при $\alpha=0,05$.

Рис. 45. Количество циклов ФОКН на один цикл движения руки при разных условиях



вий (в условии IV имеет место наибольшее t и наименьшее v) и для исп. 2 — отличия условий IV и III как друг от друга, так и от остальных (соответственно в условии IV имело место наибольшее t и в условии III — следующее по величине t). Сравнение между первыми и последними циклами обнаруживает у исп. 1 значимое уменьшение t и увеличение v в условии I и у исп. 2 — значимое уменьшение t во всех четырех условиях.

Таким образом, количественная обработка параметров ФОКН показала чувствительность либо одного t (исп. 2), либо t в сочетании с v (исп. 1), во-первых, к факту участия зрения в афферентации движений (IV условие по сравнению с I), во-вторых, к ослаблению зрительного контроля в процессе повторения движений. Характер изменения указанных параметров согласуется с уже выявленной ранее тенденцией к «подавлению» ФОКН в более зрительных и «раскачке» его в менее зрительных условиях (см. § 4.2).

Результаты серии были также обработаны дополнительными способами. Один из них состоял в подсчете количества циклов ФОКН на один цикл движения руки. Как уже говорилось, во всех опытах испытуемые выбирали произвольный темп движения, и фактически он был разным в разных условиях.

На рис. 45 представлены графики относительной частоты ФОКН при разных условиях для каждого испытуемого. Снова видно, что явно зрительное условие (IV) отличается от остальных: относительная частота ФОКН здесь заметно меньше, чем в других условиях, где различия либо отсутствуют, либо менее значительны.

Качественный анализ одновременных записей руки и глаз дал возможность не только понять причину пос-

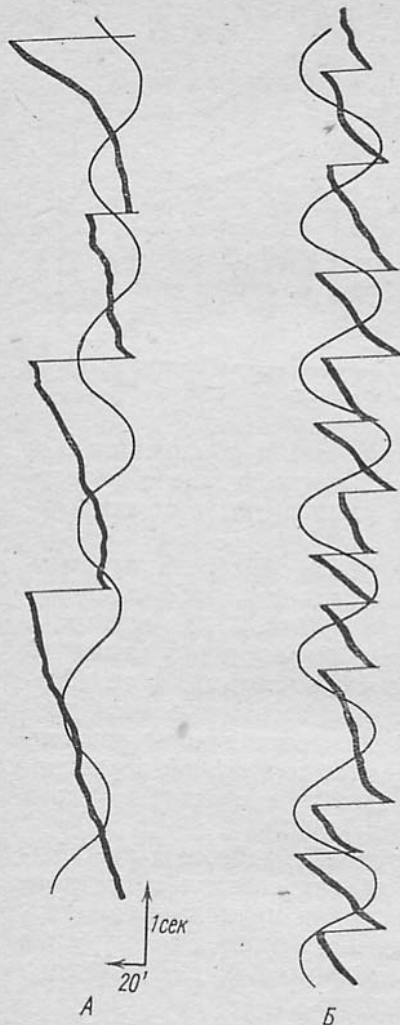


Рис. 46. Записи движений руки (синусоида) и ФОКН:

А — при движениях по зрительному эталону (IV условие);
Б — при движениях между перекрестками (I условие)

ледного факта, но и обнаружил новую замечательную особенность ФОКН.

Обратимся к рис. 46, на котором приведены образцы синхронных записей движений руки и глаз в двух крайних условиях: «зрительном» (IV) и «чисто двигательном» (I) — соответственно рис. 46, А и Б. На первой записи (А) видно, что медленные фазы ФОКН, как правило, продолжают во время движения руки и прерываются скачком во время остановок, т. е. по достижении рукой одной из крайних позиций (на записи им соответствуют минимумы и максимумы «синусоиды»). В отличие от этого скачки на второй записи (Б) наблюдаются в случайных местах синусоиды и часто именно в периоды движения руки.

Для количественного представления описанного факта мы подсчитали процент скачков глаз, приходящихся

отдельно на периоды остановок и периоды движений руки⁸. Результаты оказались следующими:

	Остановки	Движение
I условие	50%	50%
IV условие	80%	20%

⁸ Суммарная длительность всех периодов остановок и всех периодов движений была приблизительно одинаковой.

Чем объяснить факт задержки скачка во время зрительно афферентируемого движения и «высвобождения» его по окончании этого движения? Напрашивается следующее объяснение. При движении по зрительному эталону испытуемый, глядя на эталон, непрерывно соотносит с ним амплитуду движения руки. Непрерывность внутреннего зрительного контроля отражается в тонической напряженности глазных мышц. По завершении движения или его крупной «порции» (2—3 полупериода руки) зрительный контроль на момент прерывается, это влечет за собой ослабление тонической и мобилизацию фазной систем глазодвигательного аппарата. В условии I зрение не участвует в организации движения руки. Соответственно медленные фазы и скачки ФОКН оказываются не привязанными к периодам этого движения.

Последние результаты позволили по-новому взглянуть на связь ФОКН со зрительно контролируемыми движениями. Однако прежде чем изложить этот новый взгляд, опишем результаты второй серии.

Как уже говорилось, техника регистрации графических движений позволяла «привязать» записи этих движений к циклам ФОКН с достаточной точностью. На рис. 47 и 48 представлены участки ФОКН, соответствующие периодам написания иностранных слов печатными буквами и повторению подписи. На каждой записи в рамке приведен графический протокол — слово так, как оно было написано испытуемым; ниже указаны периоды написания отдельных элементов этих слов.

Первый бросающийся в глаза факт состоит в том, что каждому скачку ФОКН соответствует определенное «событие» в руке. Как правило, это завершение одного и начало другого графического элемента: слова, буквы или части буквы. В обратную сторону это правило не действует: окончание не каждой буквы, тем более не каждой части буквы сопровождается скачком. Таким образом, один дрейф ФОКН может «охватывать» несколько отдельных движений, объединяя их в более крупные «единицы». Величина этих единиц варьирует: от целого слова до части буквы и даже до остановки руки перед буквой (или ее частью). В случае подписи обнаруживается отчетливая тенденция к укрупнению единиц: на одну подпись постоянно приходится не более одного-двух дрейфов ФОКН.

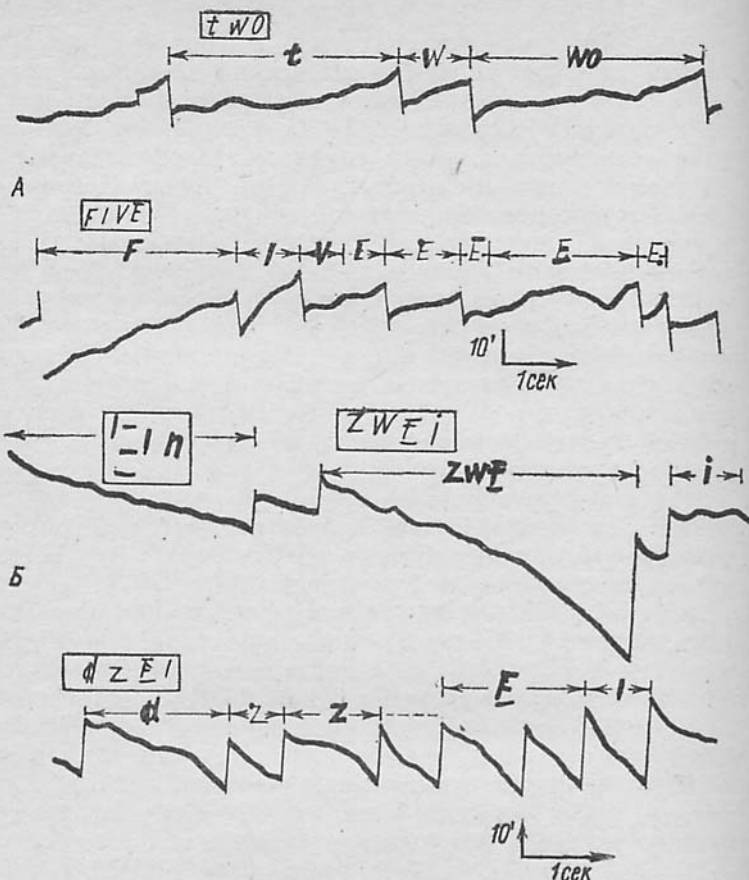


Рис. 47. ФОКН и графические движения при инструкции писать иностранные слова печатными буквами (А — исп. Л. П., Б — исп. А. П.).

В рамках приведены графические протоколы опытов. Стрелками указаны участки ФОКН, которым соответствует написание отдельных букв или их элементов (жирные линии). Тонкими линиями построены недостающие части букв

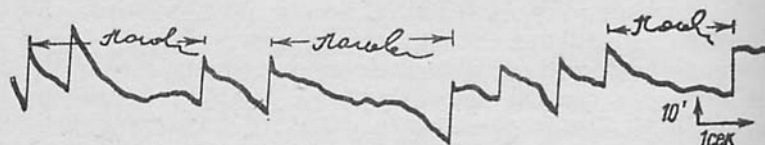


Рис. 48. ФОКН и графические движения при инструкции повторно воспроизводить собственную подпись (исп. Л. П.)

ния количественных параметров ФОКН на протяжении сравнительно больших периодов времени. Такой статистический подход к параметрам ФОКН до сих пор не только оправдывал себя, но и казался единственно возможным. Вместе с тем мы постоянно чувствовали, что этот метод потенциально более богат и может быть использован для более тонкого анализа процессов деятельности. Не сразу, однако, были видны методические пути решения этой задачи. Дело в том, что все виды психической деятельности, использовавшиеся до сих пор в наших исследованиях, не допускали объективной регистрации ее непосредственного хода. В результате приходилось ограничиваться представлением о структуре и динамике деятельности с той мерой точности, которую допускали логический анализ и самонаблюдение испытуемых и экспериментаторов, ставивших себя в положение последних. Двигательные же задачи представляют уникальный материал, поскольку позволяют непрерывно объективно регистрировать ход их решения. В результате применение ФОКН к движениям открыло новую возможность сопоставительного анализа двух динамик: ФОКН и непосредственного хода решения основной задачи.

§ 4.6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕДИНИЦ ГРАФИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В предыдущем параграфе был описан новый факт — совпадение быстрых фаз ФОКН, регистрируемого в процессе решения графических задач с моментами завершения некоторых графических элементов. Каждый скачок ФОКН приходился на окончание какого-то движения, но не каждое отдельное движение заканчивалось скачком. В результате между двумя соседними скачками оказывалась некоторая группа или объединение графических элементов («блоки» движений). Величина блоков оказалась изменчивой: более автоматизированные движения давали более крупные блоки. Напротив, при затруднении графического воспроизведения букв эти блоки чрезвычайно дробились. На осно-

баний полученных фактов было сделано предположение, что циклы ФОКН членят процесс деятельности на функциональные единицы — последовательные этапы решения задачи. Для проверки этой гипотезы нами были проведены специальные эксперименты (Гиппенрейтер и др., 1975).

Предварительно отметим особенность положения, в котором оказывается исследователь, пытающийся искать объективные критерии структурных единиц деятельности. Дело в том, что мы не располагаем пока твердыми критериями принадлежности того или иного акта к уровню действий, частных действий, операций и др. Относительно деятельностного ранга процесса мы можем строить лишь вероятные предположения, используя общие определения основных «образующих» деятельности, а также известные к настоящему времени закономерности их формирования и динамики. Поэтому, выясняя способность того или иного индикатора отражать структурные единицы деятельности, исследователь вынужден сопоставлять объективно регистрируемые процессы с лишь *предполагаемыми* единицами деятельности. Принципиальная невозможность формально точных доказательств не должна разочаровывать: есть способы повышения достоверности утверждений. Один из них — согласованность результатов, полученных по различным индикаторам, другой — проверка одного индикатора на более широком круге задач. В настоящей работе мы использовали второй путь.

Испытуемым предлагались графические задачи, которые варьировали по ряду параметров. Вариация каждого из них и составляла основной методический прием. Вариации были рассчитаны либо на заданное членение процесса графической деятельности на определенные функциональные единицы, либо на естественную динамику объема этих единиц. Основными приемами были: подбор и усложнение графических задач, повторение, изменение темпа и некоторые другие.

Испытуемый помещался перед экраном $35^\circ \times 35^\circ$, на который проецировались фиксационная точка и движущийся фон — вертикальные черно-белые полосы. Испытуемый должен был фиксировать точку и одновременно решать графические задачи. В правой руке он держал карандаш и чертил им, не отрывая карандаша от бумаги и не глядя на руку. В ходе опыта производилась регистрация фиксационного оптокинетического нистагма (фотооптическим способом) и графических движений руки.

Всего использовалось 7 различных задач.

Первая задача была наиболее простой: испытуемому предлагалось монотонно чертить на бумаге одну вертикальную линию, двигая карандашом вверх-вниз. Во второй задаче испытуемый должен был производить те же движения, постепенно смещая руку вправо. Эта задача представляла, по существу, пространственную развертку первой. В третьей задаче повторялись движения второй задачи, однако в произвольные моменты времени нужно было менять наклон штрихов. В четвертой, пятой, шестой задачах предлагалось чертить простые фигуры, соответственно «пилу», «прямоугольный узор», «ступенчатые пирамиды». В седьмой задаче испытуемые должны были графически воспроизвести хорошо знакомый маршрут, например путь воображаемого перехода от факультета до ГУМа. При этом их просили соблюдать углы поворотов. В дополнительных пробах усиливалась метрическая сторона той же задачи: испытуемых просили следить за правильным воспроизведением не только углов поворотов, но и масштабов расстояний.

Как уже говорилось, испытуемых дополнительно просили повторять одну и ту же пробу по нескольку раз, менять темп, метрику движений и т. п. После каждого опыта производился тщательный опрос испытуемых о замеченных ими дополнительных деталях, обстоятельствах, способах действий.

Характеризуя перечисленные задачи, можно заметить, что первые две задачи наиболее просты — и по графическому рисунку, и по двигательному составу (монотонные повторяющиеся движения). Третью задачу характеризует наличие структурных единиц первого порядка (отдельные движения вверх и вниз) и второго порядка (группы движений вверх-вниз до смены наклона). Начиная с четвертой задачи появляются элементы формы. Четвертая, пятая и шестая задачи подбирались по интуитивно понимаемому постепенному усложнению формы. Седьмая задача явно рассчитана на присутствие пространственного образа-представления.

Сопоставление записей движений руки и ФОКН в первой задаче показало, что скачки глаз происходят как в моменты остановок, так и по ходу движения руки (табл. 4—6).

Как видно из таблицы, на движения и остановки приходится в среднем одинаковое количество скачков ФОКН⁹. Иными словами, скачки ФОКН не привязаны к каким-либо фазам движений.

В табл. 4—7 приводятся аналогичные данные по второй задаче. Они показывают возрастание количества скачков ФОКН, происходящих в периоды остановок руки (в среднем 73%).

⁹ Специальные замеры показали, что суммарные длительности остановок и движений приблизительно равны; это дало основание непосредственно сравнивать проценты количества скачков, происходящих на эти периоды.

Таблица 4—6
ПРОЦЕНТЫ СКАЧКОВ ФОКН
В ПЕРИОДЫ ОСТАНОВОК
И ДВИЖЕНИЙ РУКИ
В ПЕРВОЙ ЗАДАЧЕ

Испытуемые	Скачки во время остановок	Скачки во время движения
П. Л.	50	50
П. А.	49	51
А. Т.	51	49
В среднем	50	50

Таблица 4—7
ПРОЦЕНТЫ СКАЧКОВ ФОКН
В ПЕРИОДЫ ОСТАНОВОК
И ДВИЖЕНИЙ РУКИ
ВО ВТОРОЙ ЗАДАЧЕ

Испытуемые	Скачки во время остановок	Скачки во время движения
П. Л.	80	20
П. А.	66	34
А. Т.	72	28
В среднем	73	27

Во всех задачах, начиная с третьей, практически все скачки приходились на периоды остановки руки.

Рассмотрим в этих задачах отдельно первые пробы (рис. 50, пункты а)¹⁰.

В первой пробе третьей задачи скачки происходят в местах окончания единиц как первого (отдельные штрихи), так и второго (штрихи одного направления) порядков. В четвертой задаче последовательные скачки ФОКН с удивительной закономерностью объединяют линии в пары, которые начинаются и заканчиваются в нижних точках ломаной линии. В пятой задаче скачки приходятся на каждый графический элемент. Напротив, в шестой задаче видно объединение элементов в более крупные блоки, содержащие по три и даже по шесть элементов. При этом в рисунке видны сглаженные углы, свидетельствующие о том, что переход от одного направления к другому испытуемый иногда осуществляет более плавными движениями, чем в предыдущих задачах.

Во всех задачах наблюдается влияние на частоту скачков повторения проб (тот же рис., пункты б). В повторных пробах скачки встречаются реже, однако по-прежнему только в местах завершения графических

¹⁰ Рисунки представляют собой графические протоколы опытов, т. е. траектории движений карандаша испытуемых. Точками и цифрами обозначены места — моменты возникновения скачков ФОКН. Они выявлены путем сопоставления синхронных записей движений руки и глаз испытуемых.

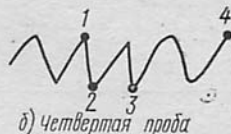
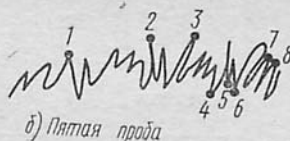
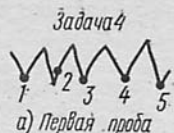
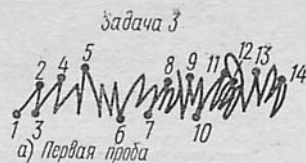
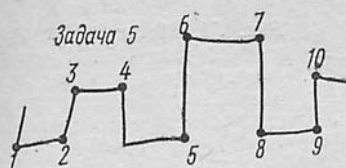


Рис. 50. Места последовательных скачков ФОКН при различных графических задачах — в первых пробах,

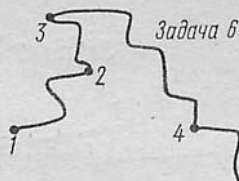
элементов. В результате наблюдается укрупнение порций движений, «охватываемых» одним циклом ФОКН.

Еще более сильное влияние на динамику скачков оказывает ускорение темпа (рис. 50 пункты в). В промежутках между скачками оказывается уже по 5—10 элементов (четвертая и пятая задачи). Иногда же вся задача решается в течение одного цикла ФОКН: скачки происходят лишь в начале и в конце ее решения (третья и шестая задачи). Особенно бросается в глаза в этих случаях уже отмечавшаяся тенденция к закруглению прямых углов. Некоторые рисунки становятся практически другими: в них графические элементы даже в формальном смысле теряют свою обособленность (пятая и шестая задачи).

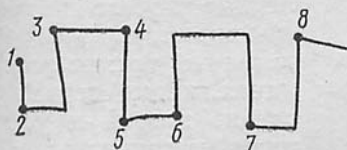
Основной результат в седьмой задаче тот же: быстрые фазы ФОКН наблюдаются лишь в местах завершения отдельных этапов маршрута (рис. 51, а). Однако в отличие от предыдущих задач повторение проб не



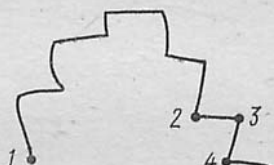
а) Первая проба



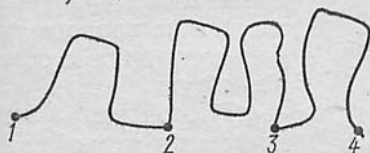
а) Первая проба



б) Вторая проба



б) Четвертая проба



в) Ускоренный темп



в) Ускоренный темп

(обозначены черными точками и цифрами) при решении при повторении и при ускорении темпа (задачи 3—6)

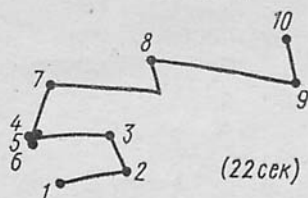
приводит к исчезновению скачков ни в одном из указанных мест (рис. 51,б). При инструкции «пробежать» маршрут время решения всей задачи сокращается более чем вдвое, однако количество скачков и их локализация остаются теми же (рис. 51,в).

Особое место занимают результаты дополнительных проб, содержащих инструкцию соблюдать масштабные отношения маршрута: скачки ФОКН в них появляются в процессе движения (рис. 51,г). При этом количество скачков увеличивается более чем вдвое, хотя время решения задачи по сравнению с первой пробой возрастает лишь в полтора раза.

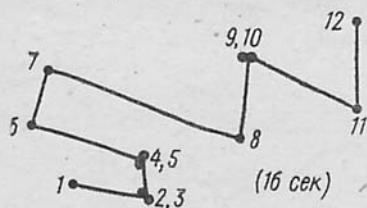
Рассмотрим изложенные результаты с точки зрения поставленной в исследовании задачи.

Чтобы быть структурными единицами деятельности, периоды решения графических задач, заключенные между скачками ФОКН, должны обладать свойствами целостных образований, т. е. иметь достаточно опреде-

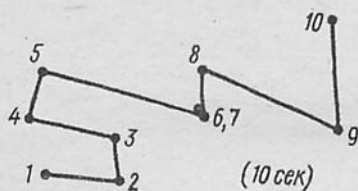
Задача 7



а) Первая проба



б) Четвертая проба



в) Задача „пробежать по маршруту“



г) Инструкция „соблюдать масштабы“

Рис. 51. Места последовательных скачков ФОКН при решении задачи 7 в разных пробах и при разных инструкциях (в скобках указаны длительности проб)

ленные начало и конец. Мы видим, что это действительно так: во всех задачах, кроме первой, частично второй и усиленного метрического варианта седьмой задачи, названные периоды имеют четкие границы, которые совпадают с остановками руки.

Исключения в первой и частично второй задачах легко объясняются характером движений: это движения монотонные, однообразные, ритмичные, не соотношенные (или слабо соотношенные) с внешним пространством. Процесс решения таких задач вряд ли можно представить себе как последовательность действий. Ведь каждое действие имеет свою, самостоятельную цель. Монотонные же движения отвечают одной цели: непрерывно повторять то же самое. Сознательные усилия здесь могут ограничиться лишь «запуском» движений и контролем за их повторением. Управление же отдельными движениями спускается, по видимому, на технический

уровень «штампов и синергий» (Бернштейн, 1947), т. е. уходит из сознания. Метрический вариант задачи, наоборот, предполагает появление дополнительных действий, так как содержит «задачу в задаче»: при прохождении маршрута — соблюдать масштабные отношения. Скачки во время этих движений можно объяснить дроблением крупных этапов маршрута на более мелкие метризованные участки пути и соответственно дроблением отдельных действий на более мелкие частные действия.

Рассмотрим следующий результат: различие числа формальных графических элементов, отделяемых скачками ФОКН в первых пробах разных задач. Можем ли мы связать его с предполагаемым различием величины структурных единиц деятельности? На наш взгляд, да. Так, третья задача впервые оформляет монотонные движения первой и второй задач во временную структуру. Последняя определяется требованием периодической смены наклона штрихов. В соответствии с этим требованием испытуемый должен периодически ставить промежуточную цель «сменить направление движений» и реализовать ее конкретным действием. Таким образом, группы штрихов одного направления можно представить себе как продукт одного частного действия. Такому представлению вполне соответствует распределение скачков: они практически совпадают с окончанием движений одного направления. Особенно четко эта закономерность начинает проступать после двух-трех повторений (см. рис. 50, б), что можно рассматривать как результат «становления» действия. Уменьшение числа графических элементов, заключенных между скачками, в четвертой задаче до двух и в пятой — до одного (в первых пробах) можно связать с появлением «геометричности», т. е. пространственной оформленности движений. Если в предыдущей задаче испытуемые *чертили штрихи*, то в этих задачах они *рисуют узоры*. Для узора важно соблюдать величину и направление каждого графического элемента. Однако если конфигурация достаточно проста и монотонно повторяется, то элементы могут слиться, а их воспроизведение — составить одно частное действие. В четвертой задаче такое слияние более вероятно, чем в пятой, так как формальная конфигурация в ней повторяется через каждые два элемента, в то время как в пятой — только через четыре. Шестая задача нарушает последова-

тельное сокращение числа графических элементов в «блоке»: оно снова увеличивается до 3—6. Эта задача была помещена нами в конец описываемого ряда задач на основании интуитивно понимаемой большей сложности рисунка. Однако полученный результат заставил пересмотреть эту оценку: сложность рисунка как зрительной формы, по-видимому, не совпадает со сложностью процесса рисования. И действительно, с точки зрения только что рассмотренных критериев эта задача должна быть помещена, по крайней мере, перед пятой, так как в ней, как и в четвертой задаче, движения повторяются через каждые два элемента.

Особенно мы хотим отметить результаты проб с ускоренным темпом. Эти пробы дают возможность не только предполагать структурные изменения графической деятельности, но и видеть прямые доказательства их: плавные линии и закругленные углы говорят об образовании более крупных, слитных движений. В этом случае мы получаем подтверждение «общей судьбы» скачков ФОКН и действий со стороны объективных свойств самих действий.

Исключения, представленные пробами с ускоренным темпом в седьмой задаче, в действительности подтверждают этот результат. По типу афферентации эта графическая задача существенно отличается от предыдущих. Если в четвертой, пятой и шестой задачах программа движений представлена геометрической формой-узором, то здесь она имеет вид зрительно представляемого образа реальной местности. «Геометрия» этого образа зависит от предметных отношений — формы и расположения домов, улиц, проходов и переходов. Рисуя очередной элемент *узора*, испытуемый должен ориентироваться на направление и длину предыдущей линии; воспроизводя очередной этап *маршрута*, он должен заботиться о совпадении метрических характеристик движения с такими же характеристиками предметного образа. Таким образом, если в узоре может выработаться двигательная формула на два и более последовательных этапа, сливающая их в одно действие, то в «маршрутной» задаче такому слиянию препятствует опосредствование каждого движения образом соответствующего участка пути. Чтобы движения здесь могли сливаться, маршрут должен был превратиться в геометрическую фигуру. Такого результата,

по-видимому, можно было бы добиться, предлагая испытуемому «зазубрить» маршрут. Однако это означало бы изменить тип задачи — свести ее к задачам предыдущего класса.

Итак, испытуемый «бежит» по отдельному участку пути вдвое быстрее, однако в конце каждого участка четко заканчивает одно действие и переходит к следующему. Такое представление подтверждает полное отсутствие закруглений в углах поворотов. Одновременно мы видим регулярное возникновение скачков в указанных пунктах.

В качестве общего итога исследования можно сказать, что периоды деятельности, «отделяемые» последовательными скачками ФОКН, подчиняются тем же закономерностям, что и макроструктурные единицы деятельности. Поэтому регистрация ФОКН может использоваться как метод анализа временной структуры потока деятельности.