

А. Л. ЯРБУС

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В ПРОЦЕССЕ ЗРЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 6 III 1954)

Изучение пространственного зрения требует выяснения вопроса о рецессии пространственных отношений. Приступая к исследованию этого вопроса, Лаборатория биофизики зрения Института биологической физики АН СССР начала с изучения закономерностей разнообразных движений глаза и хрусталика. Особое внимание в работе обращалось на получение строго объективных результатов и точных временных характеристик движений глаза и в глазе, что представляется очень важным для дальнейших исследований закономерностей и механизмов пространственного зрения.

Методика. Приспособление, с помощью которого ведутся записи движений глаз, представляет собой резиновую присоску, к которой приклеено маленькое зеркальце (рис. 1). После закапывания дикаина в глаз веки наблюдателя прикрепляют лейкопластырем — верхнее ко лбу, нижнее к щеке. Голову наблюдателя фиксируют в специальном подбороднике. Берут присоску пинцетом за пустотелый отросток и выжимают из него воздух. Затем присасывающей частью, которая по форме напоминает перевернутое блюдце и соединена отверстием с пустотелым отростком, слегка прикасаются к склере глазного яблока. Добиваются такого положения присоски, чтобы нормаль зеркальца была параллельна оси глаза. После разжатия пинцета, присоска прочно прикрепляется к глазу. Пучок света, падающий из осветителя на зеркальце, отражаясь, записывает движения глаза на неподвижной или движущейся фотобумаге или фотопленке. Снимают присоску, нажимая на пустотелый отросток.

В зависимости от конкретных задач, которые ставились в опытах, изготовлялись присоски, вес которых вместе с зеркальцем колеблется от 0,2 до 0,01 г.

Результаты опытов. 1. В процессе рассматривания неподвижных объектов глаза человека находятся или в состоянии фиксации или в состоянии очень быстрого перехода («скачка») из одной точки фиксации в другую (см. рис. 2).

В процессе свободного рассматривания неподвижных объектов глаза находятся в состоянии фиксации около 97% времени и лишь 3% времени уходит на «скачки». В этом случае наиболее часто встречающаяся продолжительность фиксации 0,2—0,5 сек. Из тысячи записанных фиксаций не оказалось ни одной, продолжительность которой была бы меньше

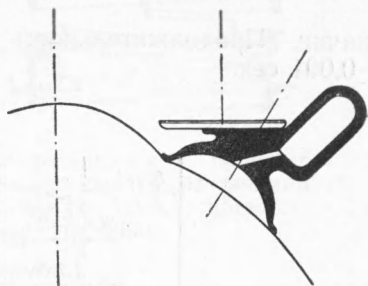


Рис. 1. Резиновая присоска с зеркальцем и ее положение на глазном яблоке в момент фотозаписи движений глаза

0,05 сек. и больше 2 сек. В том случае, когда перед наблюдателем ставится специальная задача фиксировать точку, максимальная продолжительность фиксации может возрасти до 8—10 сек. Продолжительность фиксации мерилась с точностью $\pm 0,01$ сек.



Рис. 2. Запись движений глаза на неподвижную фотобумагу в процессе свободного рассматривания картины наблюдателем в течение 30 сек.

скачки. Продолжительность $\pm 0,001$ сек.

2. Продолжительность «скачков» между двумя точками зависит от угла, под которым видны эти точки наблюдателю. Продолжительность горизонтальных «скачков» глаза между двумя точками, видимыми наблюдателю под углом в $20-30^\circ$, равна 0,01 сек., для угла в 20° — 0,07 сек. Максимальная угловая скорость глаза в процессе «скачка» также зависит от угла, под которым видны точки фиксации. Для угла в 1° она близка к $80^\circ/\text{сек.}$, для угла 20° — $400^\circ/\text{сек.}$ При горизонтальных «скачках» между двумя точками продолжительность «скачка» зависела лишь от угла, под которым видны точки наблюдателю, и не зависела от попыток наблюдателя быстрее или медленнее совершать «скачков» глаза мерилась с точностью

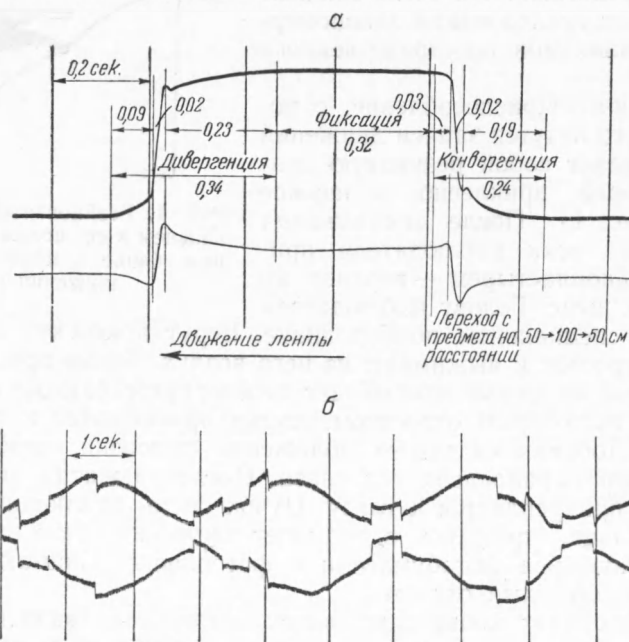


Рис. 3. а — Пример фотозаписи конвергенции и дивергенции при «скачках» глаз между двумя объектами, расположенными от глаз наблюдателя на расстоянии 50 см и 1 м. Меньшее расстояние между двумя линиями соответствует фиксации ближнего объекта, большее расстояние — дальнего. б — Пример фотозаписи конвергенции и дивергенции глаз в процессе прослеживания наблюдателем за качающимся на нитке шариком. Шарик двигался на уровне глаз наблюдателя в сагиттальной плоскости

3. Когда наблюдатель пытается плавно обводить глазами поверхность неподвижного предмета или контур рисунка, фотозапись движений

глаза показывает, что глаза перемещаются мелкими «скачками». В этом случае «скачкообразность» движений глаза не замечается наблюдателем.

4. Фотозапись конвергенции и дивергенции глаз показала, что при переводе взгляда с точки на точку во всем исследованном диапазоне расстояний, когда ближайшая точка была расположена на расстоянии 15 см от глаз наблюдателя, а дальняя в 2 м от него, конвергенция

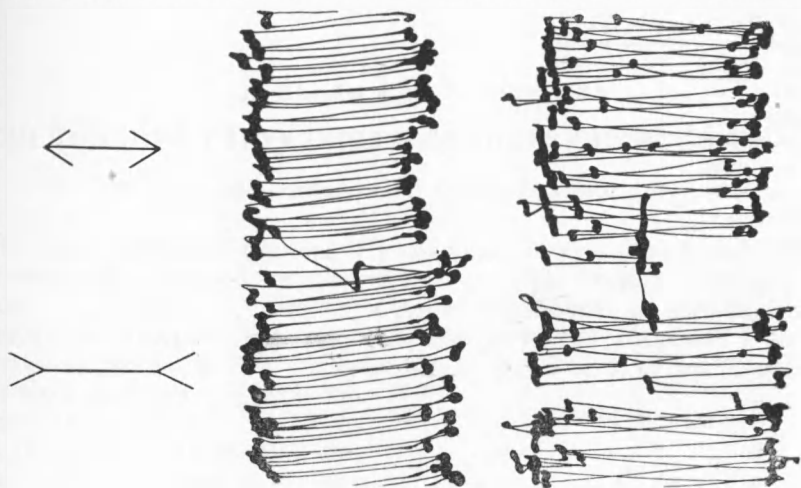


Рис. 4. Запись движений глаз на движущуюся фотобумагу в процессе оценки наблюдателями объективно равных, но кажущихся различными отрезков. Отрезку, который воспринимается как больший, соответствуют и большие «скачки» глаз при его оценке

требует меньшего времени, нежели дивергенция. Так, например, при «скачках» глаз между двумя предметами, расположенными на расстоянии 15 и 25 см от глаз наблюдателя, время дивергенции равно приблизительно 0,48 сек., конвергенции — 0,25 сек. При расстояниях 45 и 55 см время дивергенции равно 0,13 сек., конвергенции — 0,10 сек. В качестве иллюстрации на рис. 3а показана фотозапись конвергенции и дивергенции глаз при «скачке» между двумя объектами, расположенными от глаз наблюдателя на расстоянии 50 см и 1 м. На рис. 3б показана фотозапись конвергенции и дивергенции глаз при прослеживании наблюдателем за качающимся маятником. На снимке хорошо видны горизонтальные «скачки» глаз в процессе конвергенции и дивергенции.

5. Результаты опытов показывают, что во всех случаях, когда на одном и том же расстоянии от глаз объективно равные отрезки воспринимаются нами различными, движения глаз в процессе оценки также различны; для отрезков, воспринимаемых как большие, и угол поворота глаз больше. Величина движения (угол поворота) глаза в процессе оценки и сравнения расстояний на плоскости может служить объективным показателем того, какова воспринимаемая оценка этих расстояний наблюдателя (см. рис. 4).