

А. А. ВОЛЬКЕНШТЕЙН

ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 11 III 1949)

1. Зрительное восприятие проблесков белого света подробно изучено разными авторами (^{1, 2, 6} и др.), и результаты их исследований оказались применимыми для решения практических задач. Воздействие на глаз кратковременного цветного освещения также изучалось в ряде работ (³⁻⁶), однако полученные экспериментальные материалы приводят к противоречивым выводам. Механизм явления восприятия проблесков раскрывается работами С. И. Вавилова (⁷).

2. Предпринятая нами работа, имея в виду практические задачи, состояла в определении значений пороговой освещенности на зрачке глаза наблюдателя, т. е. такой наименьшей освещенности, создаваемой точечным проблесковым источником монохроматического света, при которой наблюдатель уже может увидеть свет этого источника. При этом было установлено, что характер зависимости чувствительности глаза от длины волны изменяется при переходе от длительного освещения к кратковременному, т. е. проблесковому освещению.

3. Схема опытов. Наблюдатель в условиях полной темновой адаптации направляет свой взгляд на красную фиксационную точку. При перемещении оптического клина он должен установить момент, когда впервые заметит свет основной светящейся точки, не ожидая, когда она будет казаться четкой, в виде звездочки (основная светящаяся точка изображалась на периферии сетчатки на расстоянии 11° от центральной ямки). Источником света являлось действительное изображение выходной щели монохроматора, перекрытой диафрагмой с круглым отверстием. В плоскости изображения был установлен диск с прорезью. Светящаяся точка (угловой диаметр около $1'$) освещала глаз либо непрерывно либо прерывисто, если диск приводился во вращение. Период между двумя последовательными проблесками равнялся 3,6 сек.

4. Результаты опытов. При проведении опытов определялось значение пороговой освещенности (в люксах) на зрачке глаза наблюдателя, зависящее от длины волны монохроматического света λ и от длительности t проблеска: $E(\lambda, t)$. В результате опытов можно было определить отношение

$$E(\lambda_0, t) : E(\lambda, t),$$

где $E(\lambda_0, t)$ — пороговая освещенность на зрачке глаза наблюдателя при освещении монохроматическим светом некоторой длины волны (в наших опытах $\lambda_0 = 510 \text{ м}\mu$).

Подобное же отношение определялось и при длительном освещении ($t = \infty$):

$$E(\lambda_0, \infty) : E(\lambda, \infty).$$

На рис. 1 представлены результаты опытов, проведенных двумя наблюдателями. По оси абсцисс отложены значения длин волн. По оси ординат отложены значения следующего отношения:

$$\frac{E(\lambda_0, t)}{E(\lambda, t)} : \frac{E(\lambda_0, \infty)}{E(\lambda, \infty)} = n, \quad (1)$$

пропорционального спектральной чувствительности глаза к монохроматическому свету длины волны λ , освещающему глаз в течение времени t .

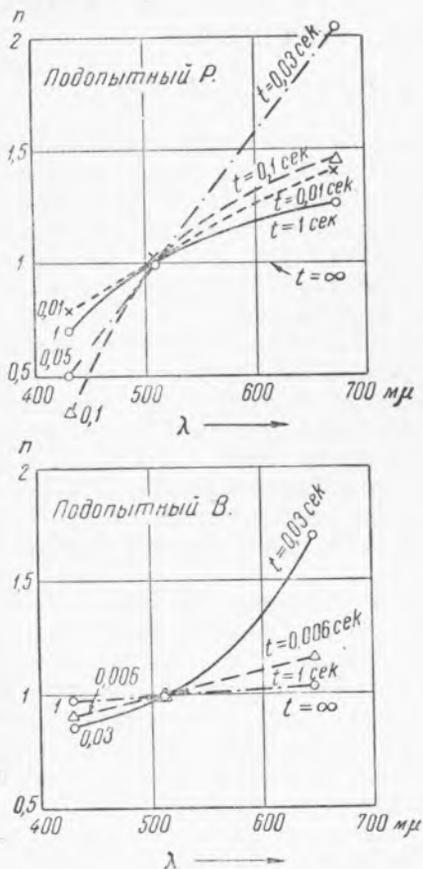


Рис. 1

чувствительность к свету длины волны 650 м μ (при палочковом зрении). При кратковременном освещении (например, $t = 0,03$ сек.) спектральная чувствительность к красному свету относительно повышается (по данным наблюдателя Р., в два раза). Теперь спектральная чувствительность к свету длины волны 510 м μ будет уже не в 300 раз, а всего лишь в 150 раз выше спектральной чувствительности к свету длины волны 650 м μ .

При длительном освещении спектральная чувствительность к свету длины волны 510 м μ примерно в 3 раза выше, чем к свету длины волны 450 м μ . При кратковременном освещении спектральная чувствительность к синему свету относительно понижается. Теперь спек-

При $t = \infty$ отношение (1) для всех длин волн остается постоянным и равным единице и на рисунке изображается прямой, параллельной оси абсцисс.

При $\lambda = \lambda_0$ отношение (1) также обращается в единицу для любой длительности проблеска t .

Если бы спектральная чувствительность глаза при кратковременном освещении была такой же, как и при длительном освещении, то отношение (1) оставалось бы равным единице.

Кривые, нанесенные на графике и отклоняющиеся от прямой $t = \infty$, относятся к проблескам различной длительности. При проблесках ветви кривых в красной области спектра располагаются выше, а в синей области спектра—ниже исходной прямой ($t = \infty$). Следовательно, при кратковременном освещении глаза спектральная чувствительность отличается от спектральной чувствительности при длительном освещении: относительно повышается к красному свету и понижается к синему. Так например, при длительном освещении спектральная чувствительность глаза к свету длины волны 510 м μ примерно в 300 раз выше, чем спектральная чувстви-

тральная чувствительность к свету длины волны 510 м μ будет уже не в 3 раза, а в 6 раз выше чувствительности к свету длины волны 450 м μ .

Указанный характер изменения спектральной чувствительности в наших опытах наблюдался при уменьшении длительности проблесков до 0,03 сек. При еще более кратковременном освещении чувствительность глаза снова относительно понижалась к красному свету и повышалась к синему.

5. Для определения количества освещения, необходимого, чтобы на пороге восприятия заметить проблеск белого света, пользуются известным экспериментально установленным соотношением:

$$E_t t = E_\infty (t + a), \quad (2)$$

где t — длительность проблеска; E_t — освещенность на зрачке глаза наблюдателя, создаваемая проблесковым источником света и остающаяся постоянной в течение всего проблеска; E_∞ — пороговая освещенность на зрачке глаза при наблюдении постоянного огня; a — постоянная, значение которой зависит от уровня освещенности на зрачке глаза.

Чем выше уровень освещенности, тем меньше значение a . Для условий полной темновой адаптации и для такого уровня освещенности на зрачке глаза, при котором наблюдатель замечает не только свет проблеска, но четко видит его в виде звездочки, т. е. на более высоком уровне, чем в наших опытах, среднее значение a для белого света принимается равным 0,2 сек. В наших опытах, как и следовало ожидать, значения a получались больше 0,2 сек., как это видно из следующей таблицы.

Длина волны проблеска в м μ	Значение a в сек.
430	0,6
510—555	0,5
650	0,4

Значения постоянной a , указанные в таблице, являются средними, подсчитанными из наших опытов, причем отклонение отдельных значений a для проблесков длительностью от 1 до 0,005 сек. не превышает 20%. Следовательно, выражением (2) можно пользоваться не только для проблесков белого света, но и для цветных проблесков, придавая постоянной a различные значения.

В заключение приношу благодарность за ценные указания проф. А. А. Гершуны.

Государственный оптический институт

Поступило
11 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Blondel et J. Rey, J. de Phys., 1, 530 (1911). ² W. Hampton, Illust. Eng. (L.), 46 (1934). ³ М. В. Соколов, Светотехн., 12 (1938). ⁴ E. Haas, C. R., 176, 188 (1923). ⁵ N. Kleitman et H. Piégon, C. R., 180, 393 (1925). ⁶ С. В. Кравков, Глаз и его работа, 1932. ⁷ С. И. Вавилов, Усп. физ. наук, 36, 3, 247 (1948).