

Л. Н. ГАССОВСКИЙ, К. Н. БУЛАНОВА и З. М. ШВАРЦ

ЗАВИСИМОСТЬ СВЕТОВЫХ ПОРОГОВ ГЛАЗА ОТ РАЗМЕРОВ ЦВЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 18 VI 1947)

Зависимость световых порогов глаза от размеров источников света подчиняется определенным закономерностям.

Для источников света малых размеров эта зависимость подчиняется закону Рикко ⁽¹⁾:

$$B \cdot S = \text{const},$$

где B — пороговая яркость источника, а S — его площадь. Для источников света больших размеров она подчиняется закону Пипера ⁽²⁾

$$B \cdot \sqrt{S} = \text{const}.$$

Указанные закономерности были найдены Рикко и Пипером для белого света и затем подтверждены другими авторами ⁽³⁻⁷⁾. Относительно характера этой зависимости для цветных источников свет, имеются указания в работе Вэйгель и Кнолль ⁽⁸⁾, которые считают, что к цветным источникам применимы те же закономерности, что и к белому свету. Гассовским, Хохловой и Бураго ⁽⁹⁾ в 1939 г. была исследована указанная зависимость для зеленой линии ртути $\lambda = 546$ м μ . Согласно их данным, закон Рикко соблюдается для размеров источников от 20" до 15', а закон Пипера — от 3 до 6°.

В настоящей работе излагаются результаты исследования зависимости световых порогов от размеров цветных источников света — синего, зеленого и красного, полученных с помощью цветных фильтров, имеющих узкую область пропускания и резкий максимум. Эффективные длины волн пропускаемых фильтрами излучений были: синего — 460 м μ , зеленого — 525 м μ и красного — 649 м μ .

Объектом наблюдения служило равномерно освещенное молочное стекло, действующая площадь которого менялась путем наложения круглых диафрагм следующих угловых размеров: 22", 32", 50", 1', 2', 4', 5', 7'30", 10', 12', 15', 20', 25', 30', 35', 45', 1°, 2°, 3°, 4°, 6°, 8°, 10°, 15°.

Световые пороги определялись методом гашения. Наблюдателю предлагалось регистрировать момент исчезновения источника света

независимо от того, каким он ему при этом казался—цветным или бесцветным. Снижение яркости до пороговой производилось при помощи нейтральных фильтров и ирисовой диафрагмы. Наблюдениям предшествовала темновая адаптация в течение одного часа. Работа проведена на пяти наблюдателях с нормальным зрением. Результаты представлены на рис. 1 в виде логарифмических кривых зависимости пороговой освещенности на зрачке глаза N в люксах от угловых размеров источника света (кривые 1—4).

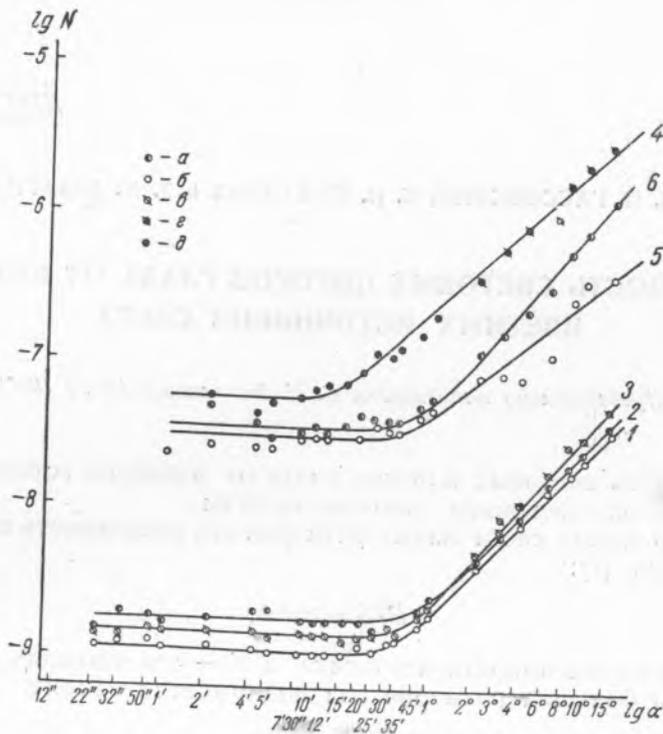


Рис. 1.

Прямолинейные участки кривых, параллельные оси абсцисс, соответствуют области закона Рикко, где увеличение площади источника компенсируется соответствующим уменьшением пороговой яркости. Как видно из рис. 1, такие прямолинейные участки имеются для всех источников света. Следовательно, закон Рикко справедлив в такой же мере для цветных источников, как и для белого. Установленная нами граница приложимости закона Рикко для белого света соответствует источнику размером примерно в 35', для зеленого — 25', для синего — 35'. Для красного же источника закон Рикко выполняется лишь до размера в 7'30". Средние значения порогов, выраженных в освещенности на зрачке глаза N , равны для $\lambda = 460 \text{ м}\mu$ $1,78 \cdot 10^{-9}$ лк; для $\lambda = 525 \text{ м}\mu$ $1,17 \cdot 10^{-9}$ лк; для $\lambda = 649 \text{ м}\mu$ $55,7 \cdot 10^{-9}$ лк (хроматический порог), для белого света $1,47 \cdot 10^{-9}$ лк.

Для всех цветных источников, так же как и для белого, оказывается справедливым и закон Пипера, который вступает в силу, начиная с размера источника примерно в 1—2°, и выполняется вплоть до 15°. Закону Пипера соответствуют прямолинейные участки кривых, наклонные к оси абсцисс (см. кривые 1—4 рис. 1). По абсолютным значениям световые пороги для синего и зеленого излучений очень близки к порогам для белого. Пороги для красного источника значительно превышают все остальные.

Отсутствие фиксационной точки позволяло глазам наблюдателя ориентироваться относительно источника так, чтобы изображение последнего падало на наиболее чувствительные в данных условиях места сетчатки. При этом оказалось, что в то время как пороги для синего и зеленого источников света были ахроматическими для всего диапазона их размеров, пороги для красного до размера источника в $45'$ были хроматическими, т. е. при исчезновении объект воспринимался красным. При дальнейшем увеличении размеров красного источника пороги были ахроматическими, т. е. при пороговой яркости объекты воспринимались бесцветными.

Таким образом, в отличие от кривых для синего и зеленого источников, кривая для красного состоит из двух частей, выражающих зависимость двух различных порогов. Очевидно, она относится к двум последовательно включающимся зрительным аппаратам: центральному — до $45'$ и периферическому — после $45'$, каждый из которых функционирует в тех условиях, при которых его чувствительность преобладает. Это предположение подтвердилось опытами по определению световых порогов отдельно для центра сетчатки и для периферии (16° от fovea) для красного источника $\lambda = 649$ мμ.

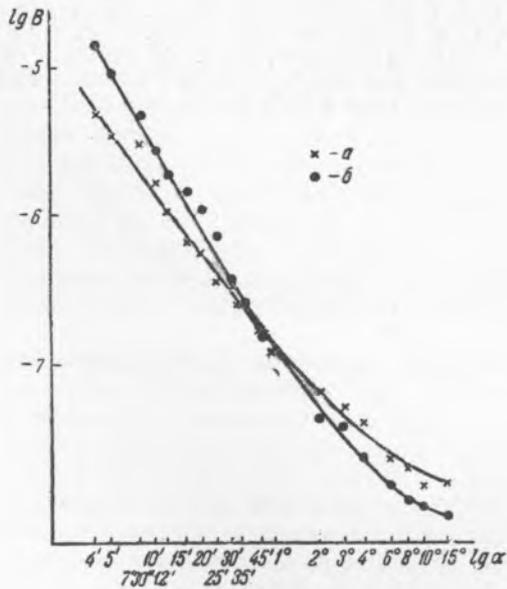


Рис. 2

Результаты этих опытов приведены на рис. 2 в виде логарифмических кривых пороговой яркости в зависимости от размеров источника. Из рис. 2 видно, что для источников размерами от $2'$ до $45'$ хроматические пороги для центра сетчатки ниже ахроматических порогов для периферии. Наоборот, для источников размерами от $45'$ до 15° периферические пороги оказываются ниже центральных. Для источников размерами от $30'$ до 1° значения порогов очень близки, а примерно при $45'$ они равны друг другу, что соответствует точке пересечения кривых. Следовательно, красный источник размером от $2'$ до 15° имеет два порога — хроматический и ахроматический, которые по абсолютным величинам близки друг другу.

Учитывая, что при практическом использовании цветных источников имеется в виду именно восприятие их цветности, нами были определены бинокулярные хроматические пороги для синего и зеленого

источников. Полученные результаты даны на рис. 1 в виде кривых 5—6. Определение хроматических порогов производилось по моменту появления цвета. Из кривых 5—6 видно, что для хроматических порогов, так же как и для ахроматических, справедлив закон Рикко, однако, область выполнения его несколько короче. Закон Пипера для хроматических порогов не выполняется, но отклонения от него не очень велики.

Как видно из рис. 1, хроматические пороги отличны по абсолютным величинам от соответствующих ахроматических порогов для всех цветных источников. В области закона Рикко разность величин этих порогов постоянна, за пределами его эта разность изменяется с изменением размеров источника, а именно для синего она растет, для зеленого убывает.

Лаборатория физиологической оптики
Государственного оптического института

Поступило
18 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Ricco, Ann. di Ott., 6 (1877). ² H. Piper, Z. Psy. Phys. Sinnes, 32, 98 (1913). ³ Loeser, Fest. f. Hirschbrg., 1905. ⁴ A. Pertz, Inauguraldiss., Freiburg, 1896. ⁵ H. Piéron, C. R. S. Biol., 83, 733 (1920). ⁶ F. Löhle, Z. f. Physik, 54 (1929). ⁷ B. Schönwald, Das Licht, H. 1, 15 (1941). ⁸ R. G. Weigel и О. Н. Кнолл, Das Licht, H. 9, 9 (1940). ⁹ Л. Н. Гассовский, А. Н. Хохлова и А. Н. Бураго, Тр. Ин-та точн. мех. и опт., 1, в. 4 (1941).