

С. Г. ЮРОВ

ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА ПРИ ВЫСОКИХ ЯРКОСТЯХ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 14 V 1949)

В 1924 г. была стандартизована средняя спектральная чувствительность глаза для „условий дневного видения“, соответствующих наблюдению яркостей, превышающих $6 \div 7$ ддмсб *. Этим было закреплено мнение, что спектральная чувствительность глаза при более высоких яркостях не изменяется и для практической фотометрии нужно только подобрать „нормальных“ наблюдателей, чтобы обеспечить точные фотометрические измерения разносектральных излучений.

Однако в области цветного видения известны факты, которые заставляют думать, что предполагаемого постоянства спектральной чувствительности в действительности нет. Сюда относятся: известное явление Бецольда-Брюке, цветное утомление ⁽¹⁾ и так называемый обратный эффект Пуркинье, наблюдавшийся некоторыми исследователями ⁽²⁾ при измерениях цветных излучений мигающим фотометром. С другой стороны, имеются данные ⁽³⁾, как будто говорящие о постоянстве спектральной чувствительности глаза в широком диапазоне яркостей, превышающих $6 \div 7$ ддмсб.

Для исследования вопроса об изменениях спектральной чувствительности глаза при разных уровнях яркости были проведены фотометрические сравнения разносектральных и одноцветных излучений на фотометрической скамье и на фотометре Пульфриха, а также разносектральных и разноцветных излучений на мигающем фотометре.

На рис. 1 даны кривые спектрального распределения монохроматических световых потоков двух одноцветных излучений, полученных с помощью светофильтров. Кривая *a* соответствует излучению лампы накаливания ($T_c = 2800^\circ \text{K}$), прошедшему через специальный двухмаксимумный фильтр, а кривая *b* — приблизительно равноэнергетическому излучению. Фотометрические сравнения этих излучений, заполнявших поле в 2° , окруженное черным фоном, производившиеся на различных уровнях яркости, показали, что в диапазоне $8 \div 250$ ддмсб отношение видимой яркости ⁽⁴⁾ излучения *a* к энергетической яркости изменялось до 15% **. При увеличении энергетической яркости видимая яркость увеличивается непропорционально, причем для излучения *a* видимая яркость растет медленнее, чем энергетическая. Это указывает на то, что спектральная чувствительность глаза как бы смещается к красному концу видимого спектра.

* 1 децимиллистильб = 3,14 апостильба.

** В практической фотометрии предполагается, что в „условиях дневного видения“ энергетическая и видимая яркости пропорциональны друг другу.

Измерения проводились в течение длительного времени (около 1 года) на разных установках, в них участвовало 6 наблюдателей, сделавших в общей сложности около 2000 отсчетов.

На рис. 2 приведено для примера несколько кривых изменения отношения видимой яркости к энергетической яркости излучения a

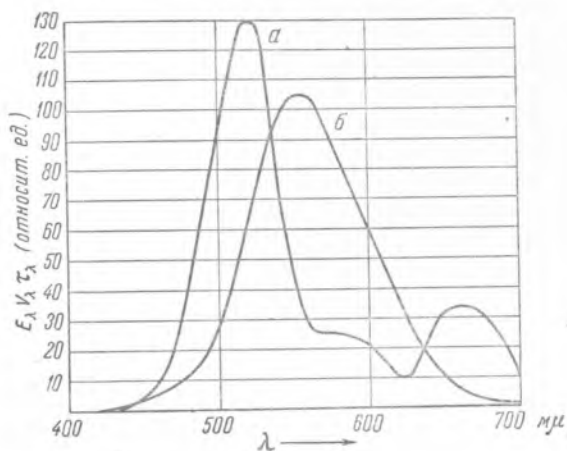


Рис. 1. Кривые световых потоков двух полей сравнения

для трех наблюдателей при увеличении яркости от 7 до 25, 80 и 250 дцмсб и при уменьшении яркости от 250 до 80, 25 и 7 дцмсб. В обоих случаях начальные яркости приняты за единицу. Как видно, ход изменения отношения видимой яркости к энергетической, а следова-

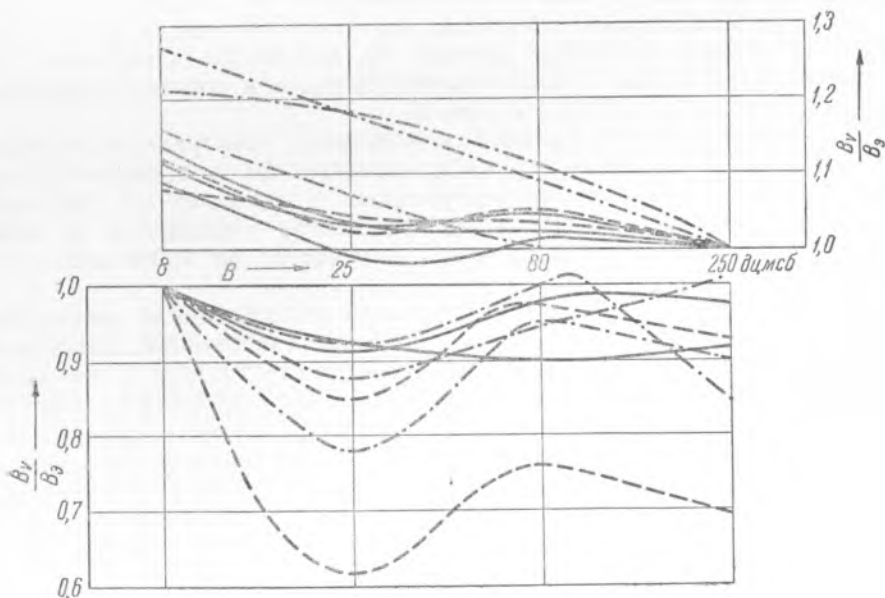


Рис. 2. Изменение отношения видимой (B_v) и энергетической (B_e) яркостей излучения a в зависимости от яркости (B)

тельно, спектральная чувствительность глаза, зависит не только от уровня яркости, но и от последовательности наблюдаемых яркостей т. е., по сути дела, от предварительной адаптации глаза.

При измерениях мигающим фотометром с полем в 2° , окруженным фоном подсветки, имевшим примерно ту же яркость, что и поле, производились фотометрические сравнения на разных уровнях яркости трех пар излучений: а) синего с красным, б) сине-зеленого с красным, в) белого ($T_{\text{ц}} = 2800^\circ \text{K}$) с красным. По каждой схеме было проведено несколько серий измерений в разное время. В измерениях участвовало 6 наблюдателей, сделавших в общей сложности около 1500 отсчетов. Оказалось, что характер изменений спектральной чувствительности глаза, а следовательно, и сама спектральная чувствительность, зависит от соотношения спектральных составов попадающих в глаз излучений.

При сравнениях белого излучения с красным был получен обратный эффект Пуркинье, а при сравнениях синего с красным — прямой. Сравнения сине-зеленого излучения с красным дали разные результаты для отдельных наблюдателей. В то время как у одних получался уверенный обратный эффект Пуркинье, у других наблюдался и обратный и прямой эффект, а иногда при переходах от одних яркостей к другим спектральная чувствительность этих наблюдателей вообще не изменялась.

При изменении яркостей в пределах $8 \div 50$ дцмсб у отдельных наблюдателей отношение видимых яркостей изменялось на $10 \div 20\%$ при постоянном отношении энергетических яркостей или же яркостей, определенных по стандартной кривой видности.

З а к л ю ч е н и е

1. Спектральная чувствительность глаза в диапазоне яркостей $6 \div 250$ дцмсб не является для данного наблюдателя однозначной функцией только длины волны излучения, попадающего в глаз, а зависит от яркости.

2. Спектральная чувствительность глаза зависит также от спектрального состава попадающих в глаз излучений.

3. Спектральная чувствительность глаза в данный момент, вероятно, зависит от предварительной адаптации, общего состояния наблюдателя и распределения излучения по поверхности сетчатки глаза.

4. Изменения спектральной чувствительности глаза являются источником ошибок в зрительной фотометрии. Практика показывает, что для метода фильтров в большинстве случаев эти ошибки невелики. Для метода миганий они могут быть вполне ощутимы. Однако вопрос о влиянии этих ошибок на результаты измерений, а также о методах фотометрических измерений, дающих наиболее однозначные и воспроизводимые результаты, требует специального исследования.

5. Объяснение полученных результатов вряд ли можно дать с точки зрения изменения доли участия в процессе видения только двух светочувствительных аппаратов (палочек и колбочек), у каждого из которых имеется определенная и неизменная спектральная чувствительность. Кривые рис. 2 показывают, что спектральная чувствительность глаза изменяется не монотонно. Для объяснения этого явления приходится обращаться к более полным схемам зрительного процесса⁽⁵⁾.

Всесоюзный электротехнический институт
им. В. И. Ленина

Поступило
13 V 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Е. Б. Рабкин, Диссертация, Центр. Медицинская б-ка, М., 1940; Е. Б. Рабкин, Сборн. докл. VII физиол. съезда, 1947; Е. Б. Рабкин, Пробл. физиол. опт., 6 (1948). ² H. Ives, Phil. Mag., 6, 149, 352, 744, 845, 853 (1912); A. Dresler, Z. f. techn. Phys., 19, 206 (1938). ³ W. Coblentz and W. Emerson, Sci. Papers Bur. of Standards, No. 303 (1917); W. Arndt, Licht, No. 4, 75 (1936). ⁴ С. О. Майзель, Тр. ВЭИ, в. 43, 101 (1941). ⁵ С. О. Майзель, Сборн. материалов Всесоюзной научно-технич. сессии по светотехнике, ГЭИ, 1948, стр. 5.