

А. В. ЛУИЗОВ

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВОСПРИНИМАЕМОЙ ЯРКОСТИ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 10 IX 1948)

В случае воздействия на глаз яркости, изменяющейся со временем, воспринимаемая ^(1,2) яркость не равна объективной, являясь какой-то ее функцией.

В общем виде связь между воспринимаемой яркостью $S(\theta)$ для момента θ и действующей на глаз яркостью $B(t)$ дается выражением

$$S(\theta) = \frac{1}{\vartheta} \int_{-\infty}^{\theta} B(t) A(t - \theta) dt; \quad (1)$$

здесь ϑ — постоянная, имеющая размерность времени ⁽²⁾, $A(t - \theta)$ — некоторая безразмерная функция.

Вид этой функции нам удалось установить, экспериментально исследуя зависимость порогового контраста от времени экспозиции ⁽³⁾. Оказалось, что

$$A(t - \theta) = e^{-\frac{t - \theta}{\vartheta}}. \quad (2)$$

Ввиду того что воспринимаемая яркость в момент θ зависит от объективной яркости, действовавшей на глаз, во всяком случае, не позже момента θ , во всей области интегрирования выражения (1)

$$t \leq \theta,$$

и, следовательно, разность $t - \theta$ отрицательна. Мы поэтому сочли более удобным написать это в явном виде, произведя замену

$$(t - \theta) = -(\theta - t).$$

Кроме того, время мы всегда можем начинать отсчитывать от момента, когда яркость $B(t)$ начала отличаться от нуля, и пределы интегрирования считать не от $-\infty$, а от 0 до θ .

Итак,

$$S(\theta) = \frac{1}{\vartheta} \int_0^{\theta} B(t) e^{-\frac{\theta - t}{\vartheta}} dt. \quad (3)$$

Это и есть самая общая формула для вычисления воспринимаемой яркости. Параметр ϑ зависит от яркости. При яркости порядка 500 асб наиболее вероятное его значение

$$\vartheta = 0,05 \text{ сек.}$$

В последних опытах при яркости около 60 асб мы получим

$$\vartheta = 0,06 \text{ сек.}$$

Расчет по формуле (3) не представляет затруднений при некоторых простых случаях зависимости $B(t)$ от t . Рассмотрим здесь только один простейший пример. Пусть в момент $t = 0$ начинает действовать постоянная яркость B_1 , а в момент $t = t_1$ действие ее прекращается, т. е.

$B = 0$ до момента $t = 0$,

$B = B_1$ от момента $t = 0$ до момента $t = t_1$.

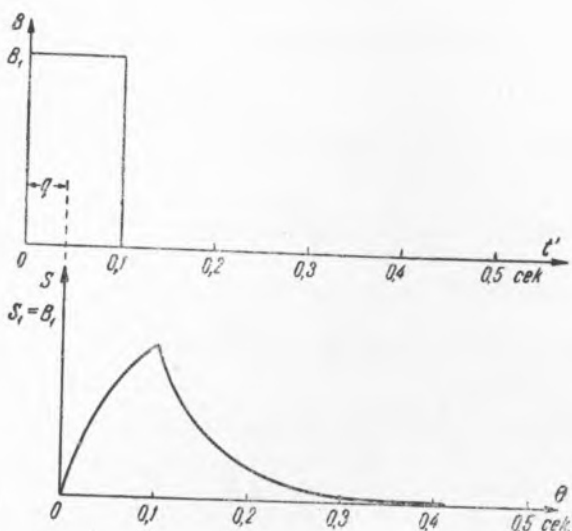


Рис. 1

Интегрирование выражения (3) дает:
если $\theta < t_1$,

$$S(\theta) = B_1(1 - e^{-\frac{\theta}{\vartheta}}), \quad (4)$$

если $\theta > t_1$,

$$S(\theta) = B_1(e^{-\frac{t_1 - \theta}{\vartheta}} - e^{-\frac{\theta}{\vartheta}}). \quad (5)$$

При $\theta = t_1$ первый член в формуле (5) обращается в единицу, т. е. формулы (4) и (5) переходят одна в другую непрерывно. Если t_1 достаточно велико, а θ больше t_1 , второй член $e^{-\frac{\theta}{\vartheta}}$ близок к нулю и им можно пренебречь.

Значит, для этого случая

$$S(\theta) = B_1 e^{-\frac{t_1 - \theta}{\vartheta}}. \quad (6)$$

Очевидно, формула (6) изображает падение воспринимаемой яркости после прекращения длительного воздействия яркости B_1 .

Рис. 1 дает результат расчета по формулам (4) и (5) при $t_1 = 0,1$ сек., рис. 2 — результат расчета по формуле (6). t_1 очень велико, и потому на графике мы откладываем только разность $t_1 - \theta$. В обоих случаях $\vartheta = 0,06$ сек., отрезок AF равен времени сохранения зрительного впечатления. Но, так как кривая $S(\theta)$ приближается к оси абсцисс

асимптотически, положение точки F неопределенно. ϑ равно отрезку AH , выбранному так, чтобы площадь прямоугольника $ACDH$ равнялась площади криволинейной фигуры ACF . Поэтому ϑ — величина, совершенно определенная. Ранее ⁽²⁾ мы называли параметр ϑ эффективным временем сохранения зрительного впечатления.

Сверху на каждом графике изображена форма импульса объективной яркости. Мы сдвинули верхний график по отношению к нижнему

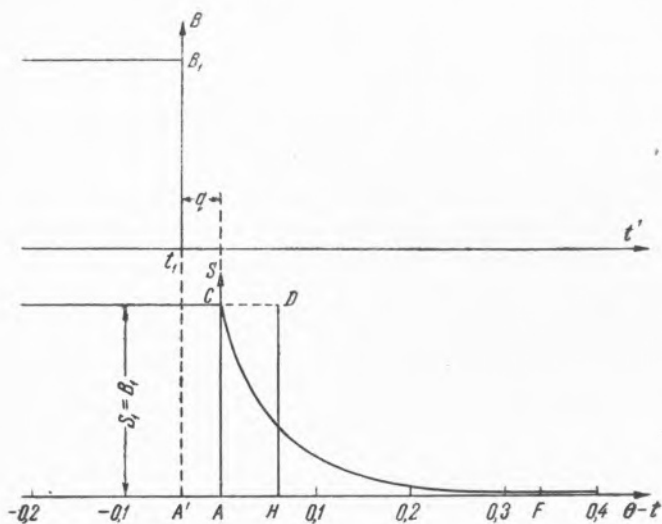


Рис. 2

на небольшой отрезок q , соответствующий времени передачи нервного импульса от сетчатки в мозг. Это время не может быть определено из наших опытов и не сказывается на найденных нами закономерностях.

Поступило
7 IX 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. В. Луизов, Природа, № 9, 13 (1947). ² А. В. Луизов, Проблемы физиологической оптики, 4, 108 (1947). ³ А. В. Луизов, ДАН, 60, № 3 (1948).