

В16 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИООБЪЕКТ

Коваленко О.Ю., МГУ им. Н.А.Огарева, г.Саранск; Овчукова С.А., МГУ печати; Микаева С.А., МГУ приборостроения и информатики; г. Москва

В основе физических представлений о действии оптического излучения (ОИ) на живые организмы лежит степень реакции биообъекта на излучение, которая описывается кривыми относительной световой, эритемной, загарной, бактерицидной, фотосинтетической, тепловой спектральной чувствительности.

Из рис. 1 видно, что с увеличением яркости относительное значение максимума кривой ночного зрения уменьшается, а кривой дневного зрения увеличивается. Исходя из полученных численных значений можно смоделировать составляющие кривые (ночного и дневного зрения) и найти их результирующую суммарную кривую (рис. 2-4).

Сравнение расчетных результирующих кривых показывает их хорошее совпадение с кривыми Пуркине по расположению максимумов и крутизне склонов, хотя отмечается погрешность в определении уровней максимумов. Наименьшая погрешность, не более 10%, наблюдается при яркости $L=0,318$ кд/м² (рис. 4), для которой соседние с максимумом экспериментальные точки обладают наибольшей симметрией численных значений.

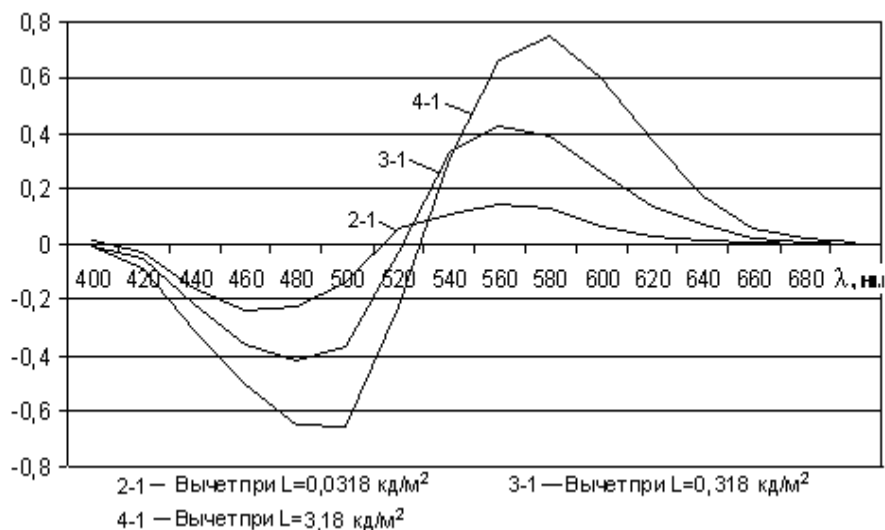


Рисунок 1. Зависимость уровня max кривой ночного и дневного зрения от яркости

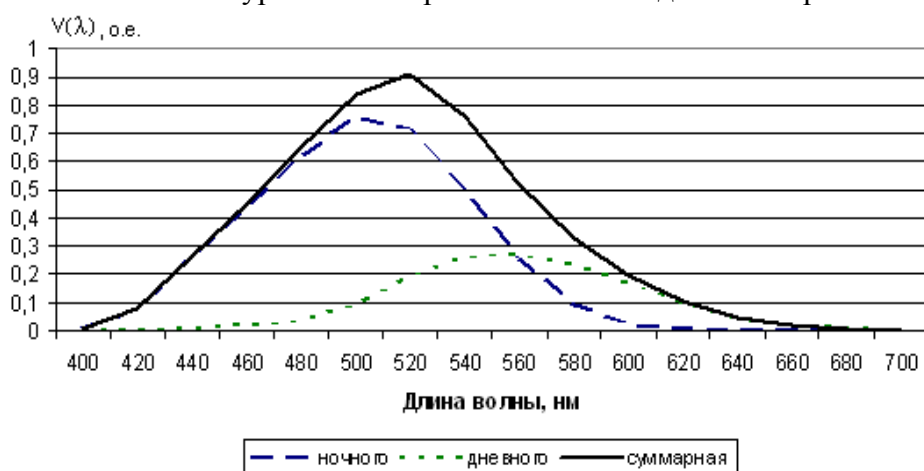


Рисунок 2. Кривая относительной СЧ глаза и ее составляющие при яркости $0,0318$ кд/м²

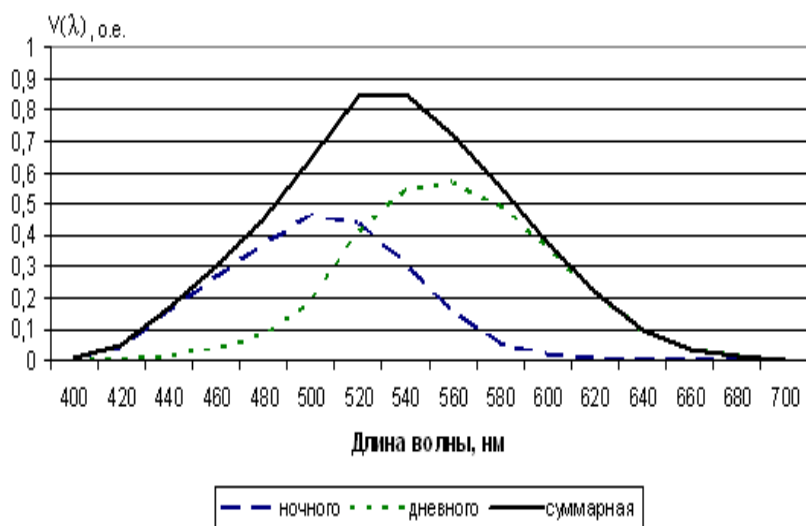


Рисунок 3. Кривая относительной СЧ глаза и ее составляющие при яркости 0,318 кд/м²

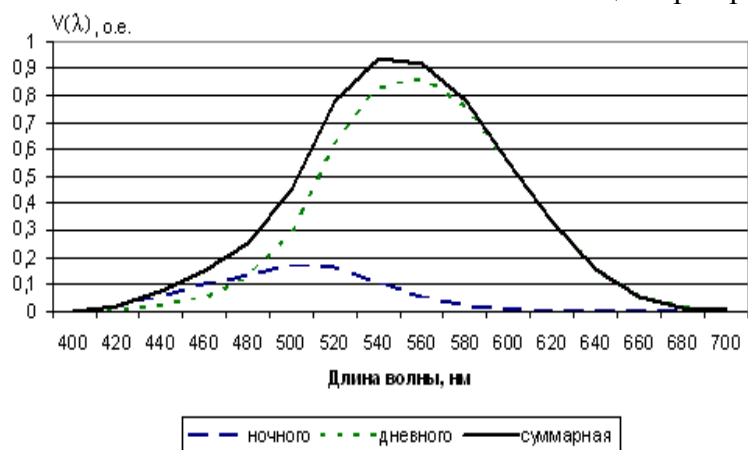


Рисунок 4. Кривая относительной СЧ глаза и ее составляющие при яркости 3,18 кд/м²

На основании экспериментальных данных получены регрессии для $A_{ноч}(E)$ и $A_{дн}(E)$:

$$\begin{aligned} A_{ноч}(E) &= a_1 + b_1 \lg E, \\ A_{дн}(E) &= a_2 + b_2 \lg E, \end{aligned} \quad (1)$$

где $a_1 = 0,47$, $b_1 = -0,3$, $a_2 = 0,57$, $b_2 = 0,3$.

Предложенный вид функции относительной спектральной чувствительности глаза (СЧ) позволяет провести оценку определения основных закономерностей изменения кривой в зависимости от уровней освещенности. Пороговое значение освещенности, при которой значение максимума кривой дневного зрения достигнет 1, происходит начиная со значений 22,5 лк. При этом максимум кривой находится на длине волны более 570 нм. Со значения яркости 0,0027 кд/м² максимум кривой ночного зрения становится равным 1. Стабильность кривой ночного зрения согласуется с экспериментальными данными Пуркине. При яркостях 0,00318 и 0,000318 кд/м² не наблюдается существенного различия в ходе сравниваемых кривых. Модель механизма действия УФ излучения, представленная на **рис. 5**, с позиции внутриклеточных энергетических процессов на **рис. 5**, отражает специфику фотоэлектрического и фотохимического действия.



Рисунок 5. Действие ультрафиолетового излучения на клетку:

1 – фотоэлектрическое действие; 2 – фотохимическое действие;

3 - нервно-рефлекторный путь; 4 – гуморальный путь

На основании выше изложенного можно утверждать, что:

- кривые относительной спектральной чувствительности биообъекта во всех областях ОИ имеют два максимума, изменяющих своё значение в зависимости от уровня освещенности (облученности);
- бимодальный характер кривых относительной спектральной чувствительности биообъектов (световой, эритемной, фотосинтетической и других), присущ всем областям спектра ОИ, который является частью электромагнитных колебаний и подчиняется общим законам;
- подчинение различных областей спектра ОИ общим законам электромагнитных колебаний позволяет при недостатке сведений об одной области использовать найденные закономерности и выражения из другой, более изученной области спектра;
- общепринятая формула для определения эффективного потока (1) представляет частный случай для ограниченного диапазона значений освещенности (облученности) и должна учитывать изменяющуюся функцию относительной СЧ биообъекта;
- описание кривых спектральной чувствительности биообъекта с учетом представлений о наличии двух максимумов, зависящих от уровня энергетической освещенности (облученности) в соответствующем диапазоне частот проводится по выражению

$$K(E_{\lambda_{1,2}}, \lambda) = A_1(E_{\lambda_1})K_1(\lambda) + A_2(E_{\lambda_2})K_2(\lambda), \quad (2)$$

где $A_1(E_{\lambda_1})$ и $A_2(E_{\lambda_2})$ – зависимости уровней максимумов бимодальной кривой от энергетической освещенности в соответствующем диапазоне спектра; $K_1(\lambda)$ и $K_2(\lambda)$ – кривые относительной спектральной чувствительности при уровнях энергетической освещенности, обеспечивающих максимальную чувствительность составляющих кривых.

При переменных значениях энергетической освещенности следует разбить рассматриваемый спектральный диапазон на n участков, в каждом из которых $E_{\lambda_i} = \text{const}$, и значения кривой спектральной чувствительности определять для каждого из слагаемых выражения (2) в виде кусочной функции по формуле

$$\sum_{i=1}^n A_j(E_{\lambda_i})K_j(\lambda),$$

где $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2$.