

$$k_L = \frac{1 + Y^{1/3} + c_L}{1 + Y^{1/3} + 1/c_L} \quad (9.23)$$

где

$$c_L = \frac{3L_{w2}}{L_{w2} + M_{w2} + S_{w2}} \quad (9.24)$$

Коэффициенты  $k_M c_M$  и  $k_S c_S$  рассчитываются аналогично.

С учетом влияния механизма когнитивного обесцвечивания формулу 9.23 можно записать так:

$$\begin{cases} \text{если произошло обесцвечивание, } k = 1 \\ \text{иначе } k = \frac{1 + Y^{1/3} + c}{1 + Y^{1/3} + 1/c} \end{cases} \quad (9.25)$$

### Учет яркости адаптирующего стимула

Общий уровень освещенности сцены (яркости адаптирующего стимула) влияет не только на полноту хромадаптации. В зрительной системе человека есть еще один адаптационный механизм – подстройка рабочего диапазона колбочек к общему уровню освещения. Ближайший аналог в технике – автоматическая установка чувствительности фотокамеры.

Несмотря на встроенный механизм компрессии (см. ниже), рабочий диапазон фоторецепторов глаза недостаточен для одновременного захвата всего диапазона световых энергий, встречающегося в природе. Интересующие нас цветные фоторецепторы – колбочки имеют рабочий диапазон около 2.4D. Однако в реальности цветное человеческое зрение успешно работает в значительно более широком диапазоне энергий, ориентировочно от 0.5 до 2000 кд/м<sup>2</sup>. Это происходит благодаря созданному эволюцией механизму световой адаптации, позволяющий динамически изменять чувствительность зрительной системы под условия освещения. Механизм этот непрост, и состоит из:

- палочкового механизма сумеречного зрения (для яркостей ниже 0.5 кд/м<sup>2</sup>);
- зрачкового рефлекса (обеспечивает пятикратную регулировку чувствительности);
- нелинейного колбочкового ответа (рецепторный контроль усиления);
- оппонентных и высокоуровневых механизмов компрессии (влияние общего уровня освещения на визуальный и хроматический контрасты).

Нецветной палочковый механизм (сумеречное зрение), как и сверхвысокие уровни яркости мы рассматривать не станем. Зрачковый рефлекс также не оказывает скольнибудь заметного влияния на цветовосприятие у людей с нормальным зрением.

Сконцентрируемся на вопросах нелинейности колбочкового ответа. Для нас очень удачно все совпадает – мы уже имеем прекрасный матаппарат (см. "подарок природы"), позволяющий без проблем перейти в "фундаментальное" пространство колбочковых ответов LMS. И, на первый взгляд, нам будет достаточно доработать базовую гипотезу фон-Криза о LMS-масштабировании с учетом шумового порога и нелинейности колбочкового ответа.

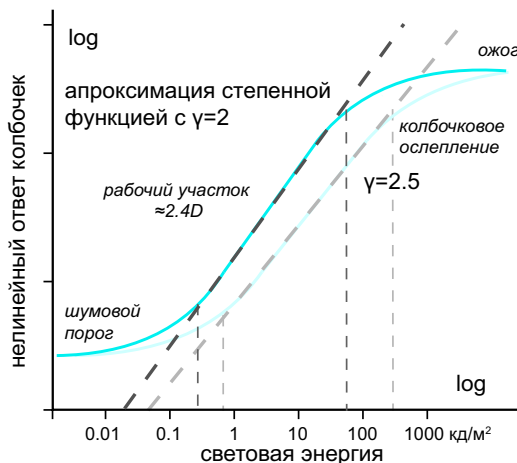


Рис 9.7 Функция колбочкового ответа для двух уровней освещения

В свое время<sup>8</sup> были произведены подобные попытки доработать фон-Кризовскую модель, и увы, они были неудачны. Визуальные эксперименты показывают, что при смене уровня освещения изменяется и степень компрессии (гамма-функция) колбочкового ответа (см. рис 9.7). Этот эффект нельзя описать в рамках простой фон-Кризовской гипотезы о взаимной независимости колбочек, для пояснения этого механизма необходимо перейти на следующий уровень – учет оппонентного аппарата человеческого зрения (см. рис 9.8). Только здесь можно видеть, какова природа этого феномена восприятия, который получил название эффектов Стивенса

(адаптируемый яркостной ответ) и Ханта (адаптируемый хроматический).

<sup>8</sup> Наиболее известны работы Наятани, например Y. Nayatani, K. Takahama, and H. Sobagaki, Formulation of a nonlinear model of chromatic adaptation, 1981.