

*В статье рассматривается проблема цветового кодирования в современных системах визуализации изображения как один из важнейших факторов в исследовании цветосветового воздействия на психоэмоциональное состояние человека. Предлагается модель исследования, рассматривающая зрительный анализатор лишь в качестве передающего, а не анализирующего звена в сложной системе формирования отклика организма на цветосветовой стимул.*

УДК 628.971

В.С.Чернец

Харьковская национальная академия городского хозяйства

## **КОДИРОВАНИЕ ЦВЕТА В ИССЛЕДОВАНИИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

### **Анализ последних исследований и публикаций.**

На протяжении 20 века вопрос влияния светового окружения на человеческий организм раскрывался лишь в узком направлении гигиены зрения: внимание акцентировалось на освещенности рабочей поверхности, яркости, интенсивности, пульсации и блескости освещения [1], [2], [3] [4].

Однако исследования [5]-[8] говорят о том, что оптическое излучение обеспечивает не только зрительный процесс, но и регулирует функционирование многих органов и образ действия человеческого организма. Таким образом, в качестве приемника излучения должен рассматриваться не зрительный анализатор, а организм человека с его основными системами – нервной, системой кровообращения и пр., в которой глаз принимает лишь роль сложного датчика светового излучения.

Наиболее сильный эффект на состояние человека оказывает цвет композиции и его динамика. «...цвет – это не столько определенная длина волны электромагнитного излучения, сколько сложная физиологическая реакция организма на цветовые раздражители.» [9].

### **Постановка задачи.**

Для оценки указанного влияния необходимо выявление характера цветосветового воздействия световой среды на организм человека и оценка влияния осветительных установок на психосоматическое состояние человека. Из этого следует, что источник света воспринимается не только как источник определенной длины волны излучения, с точки зрения различия и оценки глазом цветосветовых характеристик освещаемого объекта, но и с точки зрения сложной реакции организма на цветосветовые раздражители. Первым шагом в реализации исследования и анализа цветосветового воздействия на психосоматическое состояние человека является грамотное кодирование цвета и построение цветового пространства, максимально совпадающего с диапазоном цветового зрения зрительного анализатора человека.

### **Изложение основного материала исследований.**

Из вышесказанного следует, что наблюдатель светового стимула выступает в роли некоего "черного ящика" с двумя входами и одним выходом (рис 1). На входы "черного ящика" поступают световые излучения, характеризующиеся своими спектрами  $b'(\lambda)$  и  $b''(\lambda)$ . С математической точки зрения эти спектры представляют собой некоторые функции вещественного аргумента  $\lambda$ , заданного на интервале  $[\lambda_1, \lambda_2]$ , с вещест-

венными значениями  $b'(\lambda)$  и  $b''(\lambda)$ . На выходе "черного ящика" наблюдается сигнал  $y \in \{0, 1\}$ , имеющий лишь два значения. Его значение «1» интерпретируются как ответ организма наблюдателя на частотные или цветовые изменения, а значение 0 как состояние адаптации к установившемуся режиму. Таким образом, поведенческая функция организма реализуется выражением следующего вида:

$$y = \Phi(b'(\lambda), b''(\lambda)), \quad (1.1)$$

Как входные сигналы  $b'(\lambda)$ ,  $b''(\lambda)$ , так и выходной сигнал  $y$  могут быть зарегистрированы физическими приборами и поэтому дают вполне объективную информацию для установления вида предиката  $\Phi$ .

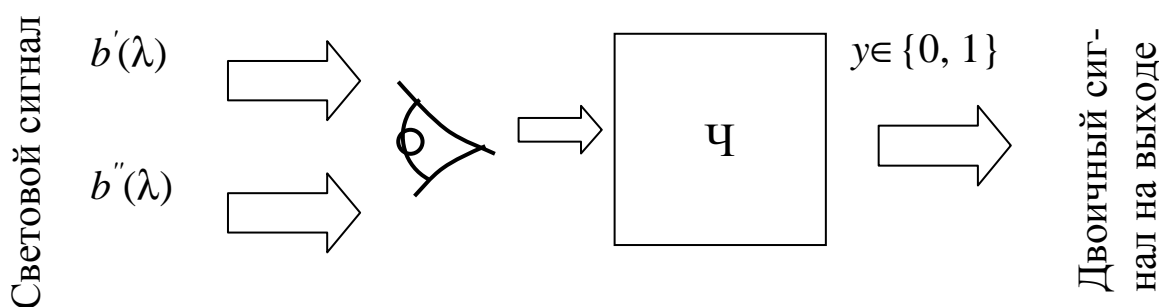


Рис.1 Схема восприятия цветосветового пространства организмом человека, где глаз выступает лишь в роли датчика.

Как описано в [10], ядром создаваемого комплекса оценки психофизиологического воздействия цветосветовой среды является компьютер. Наиболее распространенной в создании теле-, видео- и компьютерных систем на сегодняшний день является трехкомпонентная система RGB (red, green, blue) кодирования цветов, в соответствии с которой энергетическая трактовка изображения описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} I_R &= f_R(x, y), \\ I_G &= f_G(x, y), \\ I_B &= f_B(x, y), \end{aligned} \quad (1.2)$$

Однако, при компьютерном кодировании цветов возникает существенная сложность – проблема передачи цвета, максимально совпадающего с диапазоном цветового зрения зрительного анализатора человека, упирающаяся в недостаточную изученность цветовых порогов и отсутствие адекватной математической модели психофизиологического восприятия цветосветового пространства, что обусловлено чрезвычайной трудоемкостью выполнения необходимых экспериментов.

Привязываясь к системе компьютерного кодирования цветов, интерпретируем изображение, воспринимаемое глазом, как некое распределение световых сигналов в плоскости сетчатки, сфокусированное хрусталиком. Однако в соответствии с основной функцией зрительного анализатора восприятие идет по оценке разности сигналов между двумя точками на плоскости изображения. Значит корректнее использовать информационно-энергетическую трактовку изображения:

$$U = f(\Delta x, \Delta y) \quad (1.3)$$

где плоскость изображения  $(x_1, x_2), (y_1, y_2)$ .

Однако, такое выражение пригодно лишь для описания черно-белого изображения в линиях. В полутоновом изображении, помимо разницы сигналов присутствует и амплитуда. Но тогда, исходя из основной функции зрительного анализатора, амплитуда тоже воспринимается как разность сигналов между фоном  $f_p$  (вне плоскости  $x_1, x_2; y_1, y_2$ ) и задаваемым изображением  $(x, y)$  [9]. Таким образом, цветное полутоновое изображение описывается суммой трех цветов треугольника:

$$\begin{aligned} U_R &= F_R [f_1(\Delta x, \Delta y), f_2(\Delta x, \Delta y)] \\ U_G &= F_G [f_1(\Delta x, \Delta y), f_2(\Delta x, \Delta y)] \\ U_B &= F_B [f_1(\Delta x, \Delta y), f_2(\Delta x, \Delta y)] \end{aligned} \quad (1.4)$$

Кроме того, согласно (1.1), координаты  $u_1, u_2, u_3$  цвета, соответствующего световому излучению со спектром  $b(\lambda)$ , представляются в виде интегралов:

$$\begin{aligned} u_1 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} b(\lambda) K_1(\lambda) d\lambda, \\ u_2 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} b(\lambda) K_2(\lambda) d\lambda, \\ u_3 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} b(\lambda) K_3(\lambda) d\lambda. \end{aligned} \quad (1.5)$$

где  $b(\lambda)$  - зависимость плотности энергии  $b$  светового излучения от длины волны  $\lambda$  электромагнитных колебаний;  $K_1(\lambda), K_2(\lambda), K_3(\lambda)$  - некоторые весовые функции, характеризующие чувствительность глаза к лучам с различной длиной волны;  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  - минимальная и максимальная длины волн световых излучений, видимых глазом.

Однако, модель восприятия цветосветового воздействия зрительным анализатором – лишь первый этап воздействия, восприятия и анализа данного стимула человеческим организмом.

В рассмотренной системе глаз человека, выступающий в качестве датчика излучения, принимает световые лучи, исходящие от осветительной установки. Преобразуясь в зрительной системе, они превращаются в субъективный цветовой образ. Воспринимаемый образ формируется в поле зрения, в каждой точке которого возникает вполне определенный цвет, представляющий собой ответную реакцию органа зрения на световое излучение, действующее на определенный участок сетчатки глаза. Зрительная система человека выступает, таким образом, в качестве преобразователя светового излучения, исходящего из данной точки внешнего предмета, в цвет этой точки.

Входные сигналы зрительной системы человека (световые лучи) доступны для объективного измерения и анализа, что нельзя сказать о цветах - выходных сигналах органа зрения. Цвет зрительного ощущения - это субъективное состояние человека, поэтому он недоступен для прямого физического наблюдения. Однако, можно измерить физические параметры процессов, происходящих в тех участках коры мозга, которые формируют зрительные ощущения. Но чтобы убедиться в том, что именно эти параметры несут информацию о цвете, необходимо сравнить результаты физиологических

измерений с информацией о самом зрительном ощущении. А для этого надо располагать данными о субъективном цвете.

После достижения стимулом головного мозга работа по восприятию и определению ответной реакции ведется центральной нервной системой, импульсы от которой передаются другим системам организма, вырабатывая в них специфические ответные реакции. В соответствии с чем, необходимо включить в разрабатываемую модель психофизиологического влияния цветосветового пространства элементы управления центральной нервной системы (ЦНС), включающей в себя барорецепторы давления крови в каротидном синусе и дуге аорты, управление сердечным ритмом; сопротивлением периферических сосудов  $Q_1(t)$ ; скоротечностью миокарда  $Q_2(t)$ ; венозным тоном  $Q_3(t)$  и  $Q_4(t)$ ; сопротивлением коронарных сосудов  $Q_5(t)$ .

Первичные исследования, проведенные на комплексе, позволили установить некоторые особенности влияния цвета на организм человека, что отражено в таблице 1.

Как следует из таблицы, особую опасность представляет собой ярко выраженная динамика красного цвета вследствие резкого возрастания значения  $LF/HF$  вариабельности сердечного ритма от полутора единиц до пяти. Графики интерпретации  $LF/HF$  фиолетового, желтого и оранжевого цветов не показывают столь четкой картины, однако, при воздействии желтым цветом фактор  $LF/HF$  варьирует в области высоких значений. Усредненное значение изменения артериального давления для трех теплых цветов, по результатам исследований, практически одинаково, а для зеленого и синего цветов дало предполагаемую оценку. Непредсказуемым оказался фиолетовый цвет, для которого невозможно проследить определенную динамику воздействия на организм человека. Анализ полученных первичных данных показал, что исследование оранжевого, желтого и фиолетового цветов, а также цветов их гаммы еще не закончены из-за неоднозначности полученных данных, поэтому злоупотребление использованием этих цветов, как и резонансного для психосоматического состояния человека красного цвета, в установках декоративно-художественного, архитектурного освещения и световой архитектуры чревато внесением диссонанса в психосоматику человека.

### Выводы

Проведенные исследования подтверждают необходимость комплексного системного подхода к оценке цветового влияния на организм человека и в первую очередь глубинных исследований кодирования цветосветового пространства на основе отклика организма на цветовые тона и нюансы с целью создания грамотно функционирующих осветительных установок, в первую очередь, декоративно-художественного освещения и рассмотрению создаваемой ими световой среды во взаимной связи с психосоматикой человека. Полученные в ходе исследований результаты открывают возможность для формулировки четких законов создания корректной цветосветовой среды, а также решения важной задачи коррекции психофизиологического состояния человека.

### Литература

1. Г. Ван ден Бельд – «Світлоlux» №2, 2003.
2. Козырькова М.Г. Пятое Совещание по физиологической оптике, М. – Л., 1976, с.71.
3. Буйко А.С. – Офтальмологический ж., 1966, №2, с.135.
4. Мельников Л.Н. Цвет как фактор регуляции психофизиологических функций человека. – В кн.: Проблемы сенсорной изоляции. М., 1970, с. 126-129.
5. Яньшин П., Андреева К. Связь предпочтения цвета с Я - концепцией - Московский психологический журнал. №2.
6. Петренко В.Ф., Кучеренко В.В. Взаимосвязь эмоций и цвета // Вестник МГУ. Сер. 14. Психология. 1988. № 1. С. 70-82.
7. Nelson, G.G., Pelech, M.T., Foster, S.F. Color preference and stimulation seeking // Pers. & Motor Skills. 1984. V. 59/39. P. 913-914.

Таблица 1

**Влияние цветоцветовой среды по наиболее важным компонентам на психосоматическое состояние человека**

Цвет	Макс. дл. волны, нм	Мин. время оценки цвета, мсек	Изменение арт. давл, макс/мин, мм рт. ст.	изм. пульса Δуд/мин	Интерпретация variability сердечного ритма по LF/HF
Красный	700	32,5	+9/+6,5	+43	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>
Оранжевый	630	34,2	+9/+7,5	+27	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>
Желтый	575	37,4	+9/+7,5	+7	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>
Зеленый	530	31,9	0/+5	-6	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>
Синий	475	66,1	-8/-4	-15	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>
Фиолетовый	400	-	-	-	<p>LF/HF</p> <p>ПОЗ</p>

8. Hooke, J.E., Youell, K.J., Etkin, M.W. Color preference and arousal // Pers. & Motor Skills. 1975. 40. P. 710.
9. Блинов Н.Н. «Глаз и изображение». – М.: Медицина, 2004. – 320с.
10. Говоров Ф.П., Чернец В.С. Электрофизиологический аппаратно-программный комплекс цветосветовой коррекции психосоматического состояния человека. – Мат. К конф. (Габрово).

---

---

## КОДУВАННЯ КОЛЬОРУ В ДОСЛІДЖЕННІ ПСИХОСОМАТИЧНОГО ВПЛИВУ КОЛЬОРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

В.С. Чернець

*У статті розглядається проблема колірної кодування в сучасних системах візуалізації зображення як один з найважливіших факторів у дослідженні світлокольорового впливу на психоемоційний стан людини. Пропонується модель дослідження, що розглядає зоровий аналізатор лише в якості передавальної, а не аналізуючої ланки у складній системі формування відгуку організму на світлокольоровий стимул.*

## COLOR CODING IN PSYCHOSOMATIC EFFECT OF COLOR IMAGE RESEARCHING

V.S. Chernets

*Paper treats the color coding problem in modern image visualization systems as the most influential factor in elucidation of psychosomatic color effect. The innovative analysis model with visual analyzer as transferee part in the psycho physiological reaction forming compound system on color incentive is given.*