

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДОВ

Василевич В.П., Воротницкий Е.Д., Кунцевич А.В., Емельянов А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, 220013, Минск, Беларусь; E-mail: vasilevichvp@bsuir.by*

Abstract. The aim of the publication is to study the physiological and psychological causes of discomfort in artificial light, to find possible ways to solve this problem by using LED lighting systems. It is carried out the analysis of the above-named aspects of getting comfortable light by using of lighting intelligent control system of multi-channel LED light sources.

Дневное естественное освещение является наиболее комфортным для человека, однако, находясь внутри помещения при его искусственном освещении, человек часто испытывает дискомфорт из-за недостаточной освещенности или неестественного цветоощущения.

Целью настоящей работы является анализ физиологических и психологических причин дискомфорта при искусственном освещении и возможных способов решения этой проблемы с использованием систем светодиодного освещения.

Системы освещения на основе светодиодов белого свечения, благодаря экономному расходу электроэнергии и возможности точного управления энергетическими и цветовыми характеристиками света, нашли широкое применение для освещения производственных, офисных и медицинских помещений [1, 2]. Типовая интеллектуальная система освещения строится на базе структурной схемы, показанной на рисунке 1. В нее входят светодиоды высокой яркости (СИД), преобразователи электропитания (драйверы) и контроллер смешанного сигнала.

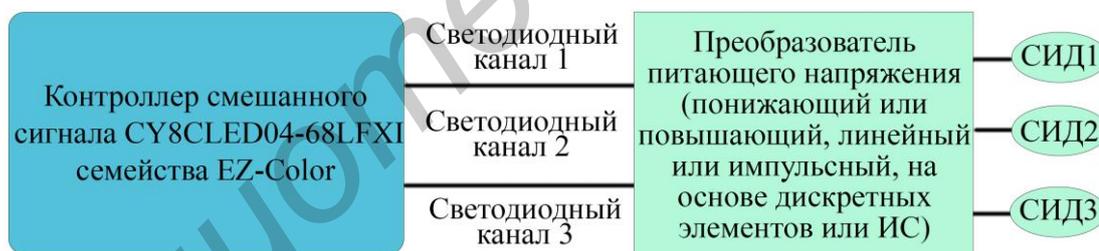


Рисунок 1 – Структурная схема интеллектуальной системы освещения [1]

Цветовосприятие предметов человеком сильно изменяется в зависимости от освещенности. Например, при небольшой освещенности мы лучше видим синий и хуже красный цвета. Поэтому для каждого уровня освещенности существует наиболее подходящий диапазон цветовой температуры источников света. Исследования, затрагивающие отношения между диапазоном освещенности и цветовой температурой, проводились нидерландским физиком Круитхофом (Kruithof). Экспериментальным путем он разработал график, рисунок 2, на котором определил области высоких и низких уровней освещенности для различных цветových температур, являющиеся наиболее комфортными для наблюдателей.

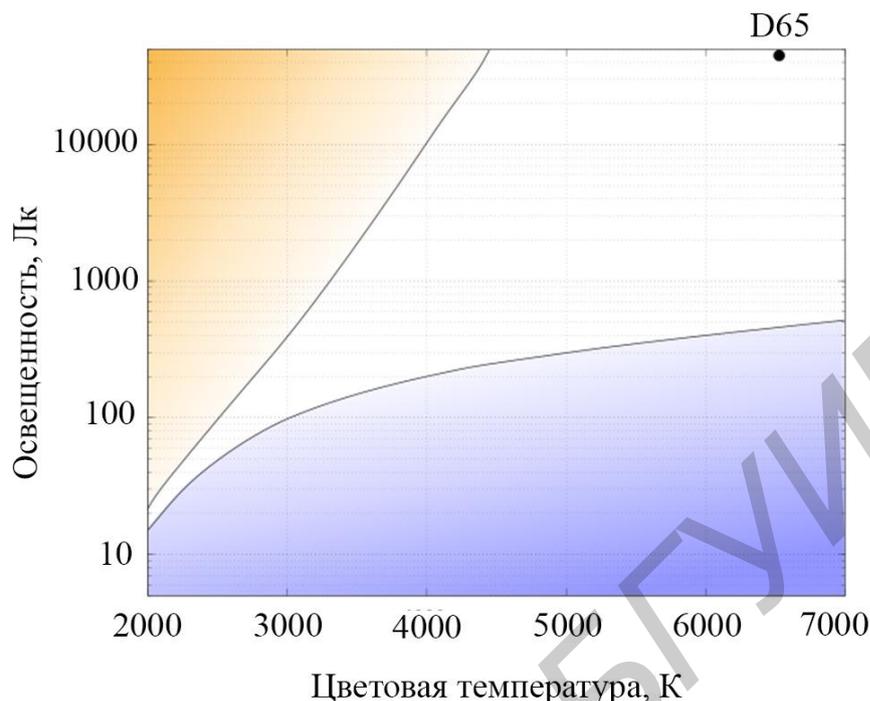


Рисунок 2 – График комфортного освещения Круитхофа

В проектировании систем освещения в последнее время физиологические особенности человеческого зрения и психологическое восприятие цветоощущения играют весьма значительную роль [3–6]. Что же вызывает такие изменения в восприятии света? Ответ на этот вопрос кроется в уровнях освещенности на открытом воздухе и внутри помещений, а также в том, как реагирует человеческий глаз на разные условия освещенности.

Уровни освещенности на открытом пространстве и внутри помещений отличаются в каждом конкретном случае в десятки и более раз. Реагируя на эти изменения, радужная оболочка глаза быстро расширяется и сужается. Благодаря этому она контролирует количество света, достигающего сетчатки глаза, которая содержит светочувствительные фоторецепторы – колбочки и палочки, ответственные за зрение. Свет, попадающий на сетчатку, пропорционален квадрату диаметра зрачка. Если диаметр зрачка расширяется вдвое, то количество света, попадающего в глаз, увеличивается в четыре раза. При тусклом освещении радужная оболочка может раскрыться до 8мм и сузиться до 2мм при ярком свете. Такое четырехкратное изменение диаметра соответствует шестнадцатикратному изменению яркости на сетчатке глаза. Большую разницу в освещенности не может откорректировать сама глазная радужная оболочка, что приводит к активному динамическому взаимодействию между парами колбочек и палочек сетчатки.

Более шести миллионов колбочек и 119 млн. палочек неравномерно распределены на сетчатке. Колбочки конической формы в основном сосредоточены в ее центре, в области, называемой «ямкой», и имеют максимальную чувствительность на длине волны света 555нм (зеленый спектр). До недавнего времени именно им приписывали ответственность за цветное зрение. Палочки, чей максимум чувствительности приходится на 508нм (синий спектр), традиционно связывали только с ночным зрением.

В 1996 году Бергман сформулировал новую теорию работы человеческого глаза, в которой функция палочек и колбочек не является взаимоисключающей, как считалось ранее. Он установил, что фоторецепторы палочки работают круглосуточно и именно они управляют размером зрачка, а не колбочки, как полагали до этого. Чувствительность кол-

бочек является доминирующей при высоком уровне освещенности, когда вклад палочек в общую реакцию ощущается в меньшей степени. При этом цвет большого количества света, достигающего глаза, кажется белым.

В условиях пониженной освещенности палочки с чувствительностью к голубому спектру становятся более активными, и свет силой 6000К, который выглядел на открытом воздухе белым, приобретает синий цвет, а силой в 4700К – начинает казаться белым. В помещении мы снижаем уровень освещенности в десятки раз, и тогда свет с цветовой температурой 4700К приобретает холодный голубоватый оттенок, а белым становится уровень в 3500К.

В то время как кривая комфортности Круитхофа характеризует физиологические условия, влияющие на восприятие цвета, цветовая адаптация определяет психологические особенности наблюдателя, также играющие важную роль. Цветовая адаптация – это восстановление равновесия чувствительности глаза к цвету как к спектральной композиции появляющихся изменений. Мозг постоянно обрабатывает потоки информации, поступающей в него через глаза. Иногда мозг как бы «массирует» полученные данные. Без этой способности большинство источников света, при которых мы работаем и отдыхаем, могли бы доставить нам неприятные ощущения.

По различным наблюдениям очень многие помещения страдают либо недостаточным, либо избыточным уровнем освещенности. Есть данные о том, что неправильный уровень освещенности может вызывать головные боли, быструю утомляемость, нарушения зрения и др. [7]

Заключение.

При проектировании систем освещения, должна учитываться совокупность физиологических и психологических особенностей восприятия яркости и цвета зрением человека, период адаптации и особенности освещаемых предметов.

С появлением интеллектуальных систем светодиодного освещения проектировщикам открываются широкие возможности для создания комфортных условий освещения в различных приложениях.

Литература

1. **Tran S., Kropf B.** Understand LED-based white and color-mixing system design. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1272460. – Дата доступа 4.11.2014.
2. **Шуберт Ф.** Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. - М.: Физматлит, 2008. - 496 с.
3. **Mills P., Tomkins S., Schlangen L.** The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1186/1740-3391-5-2>. – Дата доступа: 5.11.2014.
4. **Takatsugu Deguchi, Masahiko Sato.** The Effect of Color Temperature of Lighting Sources on Mental Activity Level Ann. Physiol. Anthropol. 11(1): 37-43.1992.
5. **Phipps-Nelson J., Redman J., Dijk D.** Raiaratnam Stvl. Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. Sleep, 2003 Sep;26(6):695-700.
6. **Revell V., Arendt J., Fogg L., Skene D.** Alerting effects of light are sensitive to very short wavelengths. Neurosci Lett. 2006 May 15; 399(1-2):96-100.
7. Light effects on circadian rhythm. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Light_effects_on_circadian_rhythm. Дата доступа: 12.11.2014.