

УДК 628.941

Ф.П. ГОВОРОВ¹ (д-р техн. наук, проф.), **Т.И. РОМАНОВА²**,
О.В. КОРОЛЬ¹, **Е.В. ГОВОРОВА¹**

¹Харьковская национальная академия городского хозяйства

²Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

[govorov fp@mail.ru](mailto:govorov_fp@mail.ru)

ЦВЕТОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПУНКТОВ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Рассматриваются психофизиологические аспекты влияния освещения и его цветности на организм человека. Предложена осветительная установка для освещения диспетчерских пунктов энергосистем обеспечивающая коррекцию психосоматического состояния персонала на суточном интервале.

Ключевые слова: диспетчерский пункт, энергосистема, освещение, светоцветовое воздействие, психосоматическое состояние, человеческий организм, осветительная установка, датчик, обратная связь, система освещения, светодиодная лампа, цветовая температура, яркость.

Состояние вопроса. В настоящее время все более напряженной становится работа персонала, осуществляющего управление особо важными объектами промышленного и городского назначения. Сюда относятся, прежде всего, персонал диспетчерских пунктов и пунктов управления различного назначения. Важное место среди них занимают диспетчерские пункты энергосистем. При этом, рост протяженности электрических сетей, состава и разнообразия режимов работы потребителей, при одновременном повышении требований к надежности, делают работу диспетчерского персонала все более ответственной и напряженной. В этих условиях, в силу ограниченности человеческих возможностей, все чаще наблюдаются его ошибочные действия и более глобальный характер носят их последствия. Именно этим обстоятельствам объясняется растущее число аварий в авиации, ряд системных аварий в энергетике США, России, Японии и др.

Решение проблемы качества работы персонала диспетчерских энергосистем решается сегодня посредством соответствующего подбора персонала, его периодической аттестации, применения электронных советчиков и т.д. Тем не менее, как показывает практика, указанные мероприятия не в полной мере обеспечивают условия нормальной работы персонала и, как следствие, надежную и безаварийную работу оборудования электрических станций и сетей.

Постановка целей и задач исследования. Проблема психосоматической патологии в настоящее время занимает одно из ведущих направлений клинической медицины по ряду социально-психологических причин, связанных с информатизацией общества и профессиональной деятельностью человека. Проблема направленной немедикометозной коррекции комплекса нарушений, которые лежат в основе развития стрессорных реакций и, соответственно их проявления в виде той или иной формы психосоматической патологии, приобретают в настоящее время особую актуальность. Одним из таких немедикаментозных подходов коррекции состояния человека является эффект светоцветового воздействия на психофизиологическое состояние человека. Как свидетельствуют исследования [1-3] важнейшее влияние на психосоматическое состояние человека и его работоспособность оказывает освещение, его интенсивность и спектр излучения, а также динамика их изменения на суточном интервале. Исследования последних лет [4] свидетельствуют о недостаточной изученности вопроса и наличии огромных ресурсов светоцветового воздействия освещения, а также его терапевтического действия на человека. Подобно тому, как наша нервная система интегрирует многие функции организма, свет воздействует, прежде всего, на процессы головного мозга, функционирующие в диапазоне основных частот – «дельта», «тета», «альфа» и «бета» ритмов. Причем каждая отдельная частота (цвет) спектра видимого излучения воздействует на физическое, эмоциональное, психологическое и интеллектуальное состояние организма.

Разработанные в [4] модели светоцветового воздействия освещения на человека позволяют дать количественную оценку влияния света на основные параметры человеческого организма (давление, пульс и т.д.). Это открывает возможность для создания осветительной установки, которая обеспечивает наиболее комфортные условия пребывания персонала, работающего в напряженном режиме.

Целью проведенных исследований являлось выявление общих закономерностей, количественно учитывающих указанное влияние цветосветовой среды и создание осветительной установки, обеспечивающей их реализацию.

Выявление общих закономерностей формирования светоцветовой среды. Основным исследуемым критерием световой среды и ее влияния на организм человека в настоящей работе выбрана цветовая нагрузка, однако это не определяет направленность исследований только на цвет свечения. Здесь большую роль играют характеристики установки, воспроизводимой цветное освещение, характеристики освещаемой среды, сочетание цветов, динамика воспроизведения, время воспроизведения, эффекты переходов, частота колебаний и пр.

© Говоров Ф.П., Романова Т.И., Король О.В., Говорова Е.В., 2013

Для реализации рассмотренных основных функций был разработан электрофизиологический аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий визуализацию цветных динамических картин и регистрирующий обратную связь организма на цветосветовой стимул по данным электроэнцефалографии, кардиографии, снятия кожно-гальванического сопротивления, пульса и артериального давления.

Для обработки и анализа физиологической информации человека использован электрографический метод, принцип которого заключается в снятии разности потенциалов в процессе распространения электрического возбуждения по тканям тела в силу их неоднородной электропроводности. В качестве систем мониторинга выбраны системы человеческого организма. Аппаратное обеспечение регистрации обратной связи организма включает в себе следующие приборы и комплексы:

- электроэнцефалограф;
- электрокардиограф;
- пульсометр;
- аппарат измерения артериального давления;
- датчики кожно-гальванической реакции тела.

Анализ variability сердечного ритма осуществлялся через регистрацию RR – интервалов сердечного ритма. Электрическая активность головного мозга регистрировалась по четырем его долям и анализировалась по каждой доле по частоте и амплитуде. Во время цветового тестирования замерялось изменение пульса и артериального давления, а также показания кожно-гальванической реакции тела.

Роль осветительной установки играла установка воспроизведения цветовых режимов, в качестве которой была использована светодиодная лампа с регулируемой цветовой температурой [5]. Анализ результатов тестирования подтвердил справедливость сделанных основных предположений [1, 4].

Создание осветительной установки динамического цветоцветового воздействия. В основу осветительной установки цветосветовой коррекции психофизиологического состояния персонала диспетчерских энергосистем легла модель влияния цветосветового пространства на психику человека [4]. Данная установка может быть отнесена к системам автоматического управления с обратной связью по физиологическим параметрам Р организма человека, в которой объектом управления является осветительная установка, а системой управления – системы регистрации параметров организма и программное обеспечение, связующее отклик человеческого организм на работу устройства управления. В качестве датчиков обратной связи выступают электроэнцефалограф, кардиограф, аппарат измерения артериального давления, пульсометр. На рис. 1 приведена структура осветительной установки с коррекцией психосоматического состояния человека.

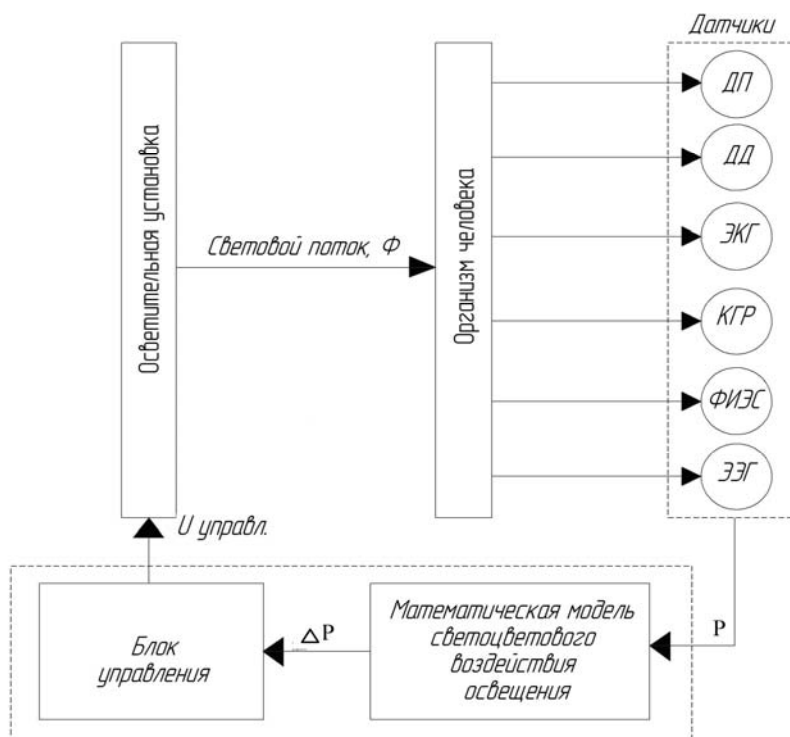


Рисунок 1 – Структура осветительной установки цветоцветовой коррекции психосоматического состояния человека:

ДП – датчик пульса, ДД – датчик давления, ЭКГ – электрокардиограф, КГР – датчик кожно-гальванической реакции тела, ФИЭС – фиксирование изменения эмоционального состояния, ЭЭГ – электроэнцефалограф.

Целью функционирования установки является поддержка сердечно-сосудистой и нервной систем организма человека на заданном уровне. Это достигается посредством корректирующего воздействия ΔP , выработанного математической моделью по показателям датчиков обратной связи, и реализованного блоком управления в виде управляющего воздействия на осветительную установку $U_{упр}$. Установка работает в автоматическом режиме. Исходными данными являются параметры, регистрируемые системой обратной связи. При этом система освещения может работать с различными источниками света (ИС), в том числе со светодиодными лампами (ЛСД) [6], которые допускает управление по световой температуре и яркости.

Особенностью рассмотренной системы освещения является возможность регулирования цветовой температуры и яркости, а также создания на их основе цветосветовых динамических эффектов. Система в состоянии корректировать физиологическое состояние человека, а также учитывает деградацию светодиодов и позволяет на ее основе оптимизировать цветосветовые параметры установки на весь срок эксплуатации.

В системе освещения использован источник питания (ИП), выполненный на основе трехфазного симметрирующего тиристорного регулятора напряжения с выходным напряжением 50В DC, $n^{то}$ количества групп со светодиодными лампами на основе RGB-светодиодов, групповых регуляторов цветовой температуры и яркости (РЦТиЯ), которые состоят из датчиков и задатчиков цветовой температуры, микроконтроллеров цвета, соединенных с RGB-драйверами ЛСД. На (рис.2) изображена блок-схема комбинированной динамической системы электрического освещения со светодиодными источниками света с динамическим регулированием цветовой температуры и яркости, а также с симметрированием нагрузки (КСЕОД).

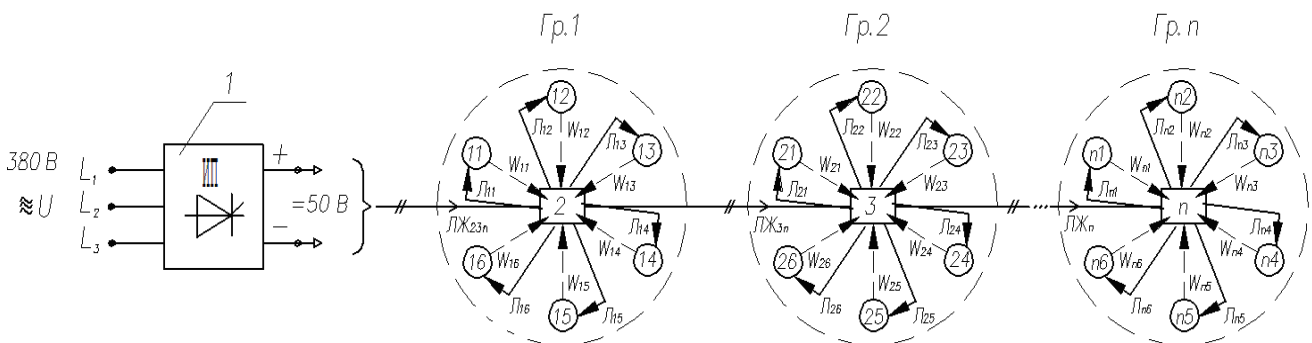


Рисунок 2 – Блок-схема комбинированной динамической системы электрического освещения

На рис.3 показана схема устройства ЛСД₁₁

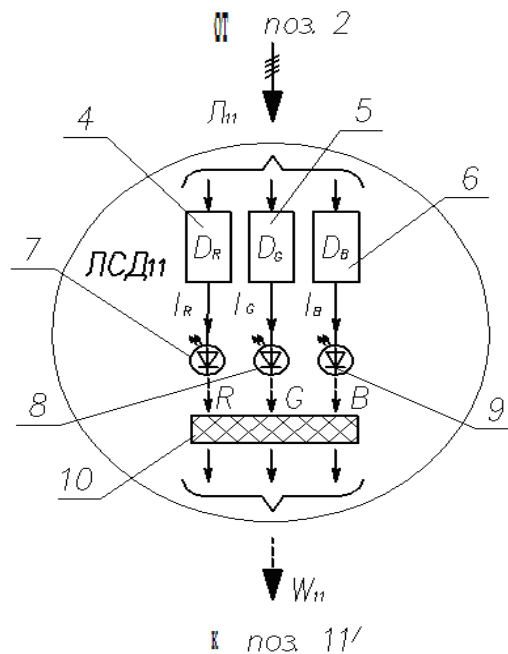


Рисунок 3 – Схема устройства ЛСД₁₁

На рис.4 – схема регулятора цветовой температуры и яркости (РЦТиЯ).

диспетчерской 11'. Суммарный поток ΣW , проходящий через RGBW- светофильтры, фильтруется на определенные усредненные цветовые световые потоки $\Sigma R, \Sigma G, \Sigma B, \Sigma W$, которые поступают на соответствующие RGBW датчики цветовой температуры 13', где происходит преобразование RGBW-цвета в электрические сигналы напряжения, соответственно U_R, U_G, U_B, U_W , которые поступают на преобразователь цвета системы ASSP 14'. При этом фотодатчик и светофильтр белого цвета ΣW , используются для регулирования яркости.

В системе освещения датчик цветовой температуры 11' размещается совместно с микроконтроллером цвета 14' или отдельно, это делается таким образом, чтобы на него попадало как можно больше светового потока от всех ИС данной группы с учетом отраженного света. Датчик ДЦТ может быть выполнен в виде любой объемной конструкции, например, в виде круга, куба, параллелепипеда и других, но таким образом, чтобы размещение фотодатчиков было выполнено на всей поверхности и с таким расчетом, что бы как много больше охватить суммарные усредненные световые потоки объекта.

Фильтры низких частот выполняют «усреднение» сигнала датчика. Это реализуется за счет того, что на блок сравнения контроллера 14' передается постоянный уровень измеренного напряжения $U_{изм}$. Сигнал рассогласования $\Delta U = U_{изм} - U_{зад}$ подается на блок обработки цвета 14', где он обрабатывается и поступает на ШИМ-генератора блока 14', который регулирует коэффициент заполнения ШИМ-сигнала управления драйверов 4, 5, 6 ЛСД₁₁ соответствующих каналов RGB (рис.3,4). После драйверов ток управления I_R, I_G, I_B поступает на светодиодные источники света LED_R, LED_G, LED_B 7, 8, 9, соответственно.

Система обратной связи ASSP осуществляет регулирование выходных параметров до тех пор, пока не наступит равенство $\Delta U \approx 0$. В этом случае $U_{зад} \approx U_{изм}$, то есть на выходе с источника света будет поддерживаться постоянное значение заданной цветовой температуры и яркости с учетом деградации кристаллов светодиодов. При этом ток RGB-светодиодов будет увеличиваться и время работы ЛСД и системы в целом будет продлено.

Кроме того, по мере старения светодиодов интенсивность их свечения уменьшается. Соответственно яркость светодиодной RGB-системы, со временем снижается. В большинстве литературных источников постепенное снижение яркости свечения светодиодов признается допустимым. Не допустимой является лишь смена цвета свечения RGB- светодиодов. В рассматриваемых условиях микросхема ASSP контролирует такое снижение яркости светодиодной RGB-системы таким образом, что цветность остается постоянной (в допустимых пределах) даже при уменьшении яркости.

В целом, применение разработанной системы освещения делает возможным создание специальной цветоцветовой среды в диспетчерских пунктах, обеспечивающей поддержание психосоматических параметров человеческого организма на уровне, который определяется медицинскими показателями, и их коррекцию, в случае необходимости, посредством изменения параметров световой среды.

Выводы. 1. Применение разработанной динамичной оптической системы с обратной связью по физиологическим параметрам организма для RGB-системы позволит улучшить качество освещения диспетчерских пунктов энергосистем посредством изменения значения цветовой температуры на суточном интервале по любому заданному закону.

2. Система обеспечивает возможность дистанционного либо программного управления освещением по заданному закону с учетом динамики работы персонала диспетчерских пунктов в течении суток и любых изменений в течении года, либо ориентировать ее на создание специальных условий в отдельные моменты, например в конце смены, когда усиливается утомляемость персонала и требуется повышение цветовой температуры и яркости.

3. Систему можно применять во всех случаях, где возникает необходимость регулирования цветовой температуры и яркости в процессе работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Говоров Ф.П., Кришталь В.С. Управление параметрами и режимами осветительных установок с учетом цветоцветового воздействия на человека // Техн. электродинамика. Тем. выпуск. – 2007. – С. 125 – 129.
2. Говоров Ф.П., Чернец В.С. Учет фактора психосоматического состояния при оценке влияния светового пространства на человека // Свитло люкс. – 2007. - №1. – С. 52 – 59.
3. Говоров Ф.П. Кришталь В.С. Моделирование осветительных установок со светодиодными источниками света // Свитло люкс. – 2009. - №2. – С. 68 – 69.
4. Говоров Ф.П., Кришталь В.С. Моделирование осветительных установок с учетом цветоцветового воздействия на организм человека // Свитло люкс. – 2010. – №1. - С. 50 – 54.
5. Говоров Ф.П., Носанов Н.И. и др. Лампа светодиодная с регулируемой цветовой температурой. Патент Украины № 63147 от 29.09.2011 г.

REFERENCES

1. Govorov F.P, Krishtal V.S. Control of the parameters and modes of lighting equipment including color and light effects on the human // *Technychna elektrodinamika*. Spec. issue. - 2007. - P. 125 - 129.
2. Govorov F.P, Chernenec V.S. Integration of the psychosomatic state in assessing the impact of light space per person // *Svitlo lux*. - 2007. - № 1. - P. 52 - 59.

3. Govorov F.P., Krishtal V.S. Modeling of lighting systems with LED light sources // *Svitlo lux*. - 2009. - № 2. - P. 68 - 69.
4. Govorov P., Krishtal V. Lighting saying design taking into account light&color man organism offecting // *Svitlo lux*. - 2010. - № 1. - P. 50 - 54.
5. Govorov F.P., Nosanov N.I., and oth. LED lamp with adjustable color temperature. Patent of Ukraine № 63147 from 29.09.2011.

Надійшла до редакції 15.03.2013

Рецензент: М.В. Гребченко

П.П. ГОВОРОВ¹, Т.І. РОМАНОВА², О.В. КОРОЛЬ¹, К.В. ГОВОРОВА¹

¹ Харківська національна академія міського господарства

² Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Кольороводинамічна система освітлення диспетчерських пунктів енергосистем. У статті розглядаються психофізіологічні аспекти впливу освітлення і його кольоровості на організм людини. Запропоновано освітлювальна установка для освітлення диспетчерських пунктів енергосистем забезпечує корекцію психосоматичного стану персоналу на добовому інтервалі.

Ключові слова: диспетчерський пункт, енергосистема, освітлення, світлокольоровий вплив, психосоматичний стан, людський організм, освітлювальна установка, датчик, зворотній зв'язок, система освітлення, світлодіодний лампа, колірна температура, яскравість.

F. GOVOROV¹, T. ROMANOVA², O. KOROL¹, E. GOVOROVA¹

¹ Kharkov National Academy of Municipal Economy

² Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Dynamic Color Lighting System Control Centers of Power. Currently in connection with widespread use of artificial lighting in all spheres of human life the increasing urgency is got by questions of light influence of lighting on a psychosomatic condition of the human. It demands more balanced approach to a choice of parameters and an estimation of modes of lighting systems. Well known that light influences work not only of the visual analyser, but also an organism as a whole. Light supervises circadian rhythms, mood, and accordingly human behaviour. Therefore in lighting installations of utilitarian and, especially, art lighting these factors not only "play" on perception of the human, but also complicate perception of objects, exteriors or compositions in whole, and in specific case in a certain way influence health of the human. The most profound effect on the human condition is rendered by colour of a composition and its dynamics. It was most pronounced at the reflexion in installations with light-emitting diode light sources in connection with possibility of creation of special, focused on concrete conditions and tasks colored light dynamic lighting systems. Therefore in modern conditions the light source should be considered not only as a source of certain length of a wave of radiation, from the point of view of distinction of illuminated object and an evaluation by eye of its colored light characteristics, but also from the point of view of complex reaction of an organism on colored light irritants, and also dynamics of their change. In connection with this lighting installations cannot be considered in the form of simple set of electric networks, lighting electro receivers and protectively-switching equipment any more. It demands, representation of lighting installations in the form of difficult bioengineering systems by corresponding developing of methods and technical facilities of lighting. Dynamic systems of artificial lighting adapted for conditions and modes of the natural lighting are more completely correspond to reviewed conditions. The publication analysis. The question condition. Well known that one of factors of human life and activities is lighting. It is proved that in December-January when it is not enough sunlight, depression and grief is more often appeared. About importance of lighting in vital activities processes testifies presence of the illnesses, caused by surplus of dark blue colour (tumour) - ultragreen, the illnesses caused by surplus of red colour (inflammation) - infragreen etc.

Key words: centers of power, power system, lighting and color effects, psychosomatic condition, the human body, lighting system, sensor feedback, the lighting system, LED light, color temperature, brightness.