



УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ СВЕТОЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

С. ГВОЗДЕВ

Важнейшей частью развития светотехники является совместное решение вопросов энергосбережения и поддержания нормальной жизнедеятельности и здоровья человека. В 2010 году¹ изучением данных вопросов занимались специалисты ВНИСИ в рамках проекта «Марс-500».

¹ Статья впервые опубликована в журнале "Энергосбережение" № 1, 2010.

Вопрос передачи и получения визуальной информации определяется качеством освещения, которое связано с психофизиологическими характеристиками организма человека в целом и органа зрения. Визуальная информация – это пространственно-модулированный по яркости и цветности поток излучения, воспринимаемый человеком, который формирует зрительное ощущение в органе зрения человека и определяет поток воспринимаемой визуальной информации.

Светоцветовая среда обитания необходима человеку для восприятия зрительной информации и сохранения здоровья. Особенно остро этот вопрос стоит в замкнутых объемах нахождения человека в космических летательных аппаратах.

Развитие научных исследований в физиологической оптике, являющейся фундаментальной частью светотехники, значительно расширило познания в данной области. Оценка восприятия визуальной информации, определяемой светоцветовой средой, является широкой областью исследований в теоретической светотехнике и оптике.

В настоящее время существует возможность перехода к внедрению результатов психофизиологических и теоретических исследований в светотехнику и оптическое приборостроение. Развитие компьютерной техники и программного обеспечения также создали возможность перехода к оценке восприятия не только по интегральным фотометрическим характеристикам яркости и освещенности, но и с учетом пространственного распределения яркости и цветности в разнообразных светоцветовых средах. В то же время проектирование светоцветовой среды, несогласованное с вопросами восприятия зрительной информации, может привести к непоправимым ошибкам по созданию условий жизнеобеспечения.

ПРОЕКТ МАРС-500

«Марс-500» – эксперимент по имитации пилотируемого полёта на Марс, проведённый Россией с широким международным участием[1]. Эксперимент прошёл под эгидой Роскосмоса и Российской академии наук. Основным международным партнёром проекта – Европейское космическое агентство. Во время эксперимента шесть добровольцев находились в замкнутом комплексе 519 дней. Эксперимент был максимально приближен к реальному пилотируемому полёту на Марс с возвращением на Землю. Проект осуществлён Институтом медико-биологических проблем РАН в Москве. Первые два этапа проекта (14- и 105-суточная изоляция) были завершены к середине 2010 года, а третий этап (собственно «полёт») – 4 ноября 2011 года. Директор проекта – лётчик-космонавт Российской Федерации Борис Моруков.

Эксперименты в экстремальных условиях (гипербария, космос) показали, что пространственно-частотная характеристика органа зрения (ПЧХ ОЗ) снижается, фильтруя высокие частоты и оставляя только ориентационную информацию. Исследование ПЧХ ОЗ как в России, так и за рубежом позволило

рассчитать пороговые характеристики зрительной способности. Опыты с космонавтами в лабораторных и стендовых условиях (рис. 1) показали, что изменение ПЧХ ОЗ отличается для различных цветовых рецептивных полей, отвечающих за цветовую контрастную чувствительность органа зрения.

Рис. 1. Внешний вид установки индивидуальной диагностики и автоматической регулируемой системы освещения, участвующей в программе «Марс-500»



РИС. 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРОВ

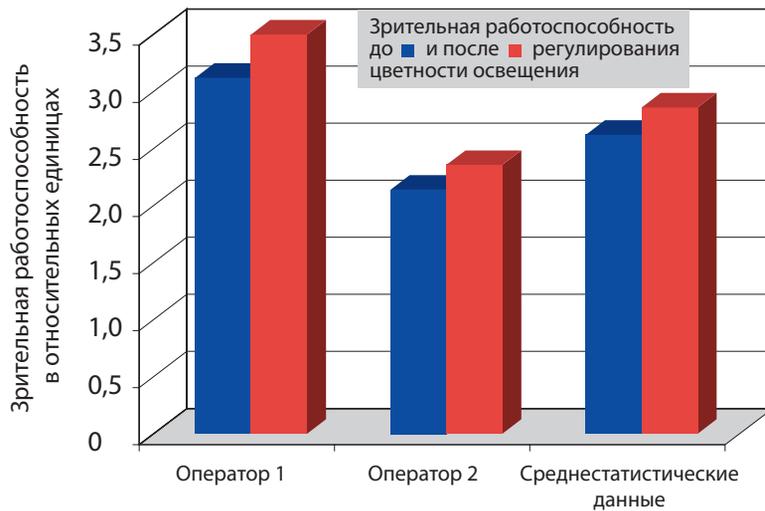
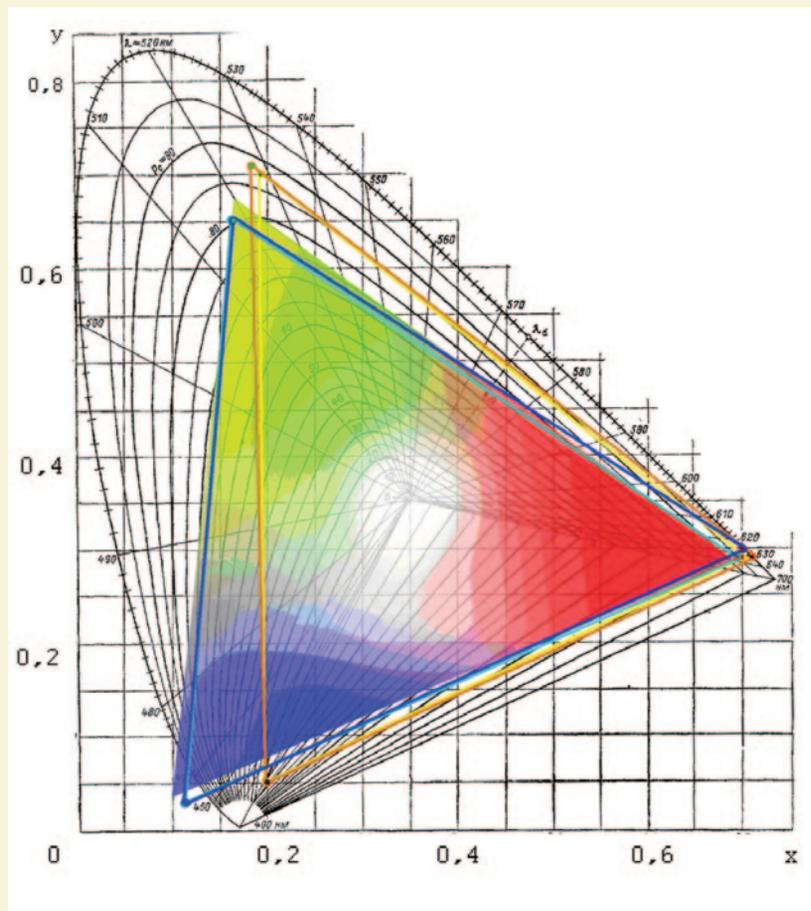


РИС. 3. ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТНОСТИ В ТРЕУГОЛЬНИКЕ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛИРУЕМОГО СВЕТИЛЬНИКА



Регулирование цветности и яркости может компенсировать стрессовую или болезненную реакцию с выведением в комфортные условия жизнедеятельности, повышает при необходимости работоспособность или улучшает зональность освещения, а также позволяет точно выразить индивидуальную подстройку по зонам в экстремальной ситуации полета в дальний космос.

Использование пространственно-частотных фильтров для диагностирования и регулирования психики школьников позволило разработать методику восстановительного характера и психологической разгрузки для лучшего усвоения учебного материала и снижения стрессовых ситуаций. Данный подход может быть использован для регулирования освещения в детских учреждениях для сохранения и восстановления здоровья подрастающего поколения.

В медицине сегодня для диагностики состояния человека и его зрительной способности широко используют ПЧХ ОЗ, а также различные цветные стимулы. Существуют методики психофизиологического тестирования и лечения по произвольному цветовому изображению. Это подтверждает необходимость разработки интеллектуального комфортного регулируемого освещения в различных производственных помещениях.

Методика регулирования координат цветности освещения в зависимости от индивидуальных ПЧХ наблюдателя определила возможность создания регулируемой светоцветовой среды для космонавтов по зональному признаку. Для примера приведены полученные данные по зрительной работоспособности, где видно, что операторы после регулирования цветности освещения на основании характеристик индивидуального тестирования улучшали

свою работоспособность (рис. 2). Для повышения работоспособности испытуемым требовалось увеличение красной составляющей излучения регулируемого светильника, что демонстрирует рис. 3 на диаграмме цветности для одного из операторов.

Сегодня все ведущие светотехнические фирмы разрабатывают регулируемые осветительные приборы, но до сих пор не созданы системы с заданием диапазонов по видимости или по уровням зрительной задачи с учетом распределения яркости и цветности используемых осветительных устройств. Кроме того, на рынке светотехнической продукции имеется острый дефицит программного обеспечения для интеллектуальных систем, связанных с сохранением и восстановлением здоровья человека. Расчет регулируемых осветительных установок может начинаться не с подбора осветительных устройств под нормы стандарта, а с задания видимости или уровня сложности зрительной задачи (обнаружение, различение, опознавание) на освещаемом участке поверхности или объеме, что определяет восприятие зрительной информации и дает возможность задать диапазон регулируемых фотометрических параметров.

Современные нормы проектирования, определенные на этапе становления и развития традиционных источников света, в силу их ограниченных возможностей были строго регламентированы и не предусматривали диапазонов регулирования. Поэтому видимость как наиболее удобная характеристика, определяющая восприятие зрительной информации, может быть выбрана в качестве критерия для регулирования параметров осветительной установки. Именно видимость, или пороговый контраст ле-



жали в основе создания стандартов, которые используют современные проектировщики систем освещения. Кроме того, видимость рекомендована Международной комиссией по освещению (МКО) в качестве дополнительной нормы для проектирования уличного освещения.

В настоящее время существует ряд математических моделей, широко применяемых в оптике, которые позволяют использовать не только интегральный пороговый контраст, но и учитывать влияние пространственного распределения яркости и цветности поля наблюдения. Многие страны проводят исследования и разрабатывают методики нормирования освещения по уровню видимости, что соответствует рекомендациям МКО. Критерий видимости может учитывать уровень зрительной задачи и определять диапазон возможного регулирования систем освещения без потери зрительной информации, что очень важно для источников света, значительно отличающихся по спектральному составу излучения (разрядные источники и светодиоды).

Для примера можно привести анализ расчета по критерию видимости освещения тоннеля на Сушевском

валу², где применена оценка видимости при регулировании яркости разрядных источников света.

Использование описанного способа позволяет контролировать регулируемые системы по реальной видимости с использованием среднестатистических цветовых ПЧХ ОЗ, которые учитывают распределение яркости и цветности в поле зрения оператора, определяемых разрядными источниками света, что при освещении тоннелей снижает риск возникновения аварийных ситуаций и существенно повышает энергоэффективность.

Рассмотрение энергоэффективности совместно с улучшением комфортности освещения, зрительной работоспособности и сохранением здоровья человека создает новый современный подход к разрабатываемым системам интеллектуального освещения как для специальных целей, так и для широкого внедрения в практическую светотехнику. ●

ОБ АВТОРЕ

С. М. Гвоздев, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. ВНИСИ, доц. МЭИ (ТУ)

² См. Карабин А. Б. Оценка эффективности тоннельного освещения в условиях городской эксплуатации [Текст] / А. Б. Карабин // Энергосбережение. – 2009. – № 8. – С. 54–55.