

УДК 658.382.2 + 612.424

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ И ОРГАНИЗМА В ЦЕЛОМ

А.В. Кудряшов

По результатам проведенных исследований установлено отсутствие негативного влияния света генерируемого светодиодными источниками, обоснованы нормативные уровни освещенности для зрительных работ разной точности, исследовано влияние цветовой температуры светодиодных источников освещения на комфортную работу зрительного анализатора, предложены уточнения и дополнения в действующие нормативные документы по оценке освещения. Сформулированы рекомендации, для создания установок искусственного освещения, безопасных для зрительной системы и общего состояния организма человека.

Ключевые слова: цветовой температура; зрительное утомление; оценка; освещение; светодиоды; нормирование.

На сегодняшний день наиболее популярным видом энергоэффективного освещения становятся светодиодные источники. Потребителей привлекают заявленные показатели световой отдачи, срока службы, но среди специалистов не прекращаются дискуссии об особенностях биологического действия светодиодного освещения [1–5]. Задачей НИР, проводимой Южно-Уральским государственным университетом совместно со специалистами Южно-Уральского государственного медицинского университета Минздрава России, является оценка влияния излучения энергосберегающих источников света на состояние зрительных функций и организма в целом.

Для проведения исследований безопасности и эффективности энергосберегающего освещения была создана экспериментальная осветительная установка, состоящая из различных по спектру светодиодных и люминесцентных источников (от 3000 К до 6500 К) и способная создавать уровни освещенности от 50 до 1000 лк. Также существует возможность оценки слепящего действия, характерного для светодиодных источников света, и сопоставления действия излучения различных по спектру источников света.

Для обеспечения регулировки уровня освещенности в широком диапазоне используются 5 источников тока ИТСК–9008.02.00, которые имеют двухступенчатую структуру обратного преобразователя и 120 светодиодных излучателей пяти типов (LEMWA33X70FW00, LEMWA33X75GW00, LEMWA33X75HW00, LEMWA33X80JW00, LEMWA33X80LW00).

Разработка комплексного метода оценки влияния условий освещения на состояние зрительных функций позволила выявить наиболее чувствительные и специфичные методики для решения поставленных в НИР задач. Такими методами оказались: рутинные методы офтальмологического об-

следования, включающие целенаправленный сбор анамнеза, проверка остроты зрения (*vis*) по таблицам Сивцева-Головина; использование коррективных проб, бесконтактная тонометрия (*Tn*) в автоматическом режиме на тонометре «ТорсонСТ – 80» (Япония); авторефрактометрия на рефрактометре «ТорсонKR 8800» (Япония); проверка цветового зрения по пороговым таблицам; проверка аккомодационного аппарата с помощью текстовых таблиц для проверки зрения и набора оптических стекол; биомикроскопия на щелевой лампе фирмы Zeiss (Германия); скиаскопия при помощи скиаскопических линеек. Кроме рутинных была изучена и показана целесообразность включения электрофизиологических методов, включающих одновременную запись электроретинограммы и электроэнцефалограммы, определение электрической чувствительности и лабильности на аппаратно-диагностическом комплексе (Tomey, США). В ходе работы получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, предназначенной для исследования степени зрительного утомления. Программа позволяет получать достоверные, воспроизводимые результаты. Изменяя значения параметров световой среды можно выявить их влияние на зрительное утомление оператора, а также оценить динамику утомления в течение рабочего дня.

Экспериментальными исследованиями, проведенными в ходе работы доказано отсутствие негативного влияния света генерируемого светодиодными источниками и люминесцентными светильниками (в пределах цветовой температуры 4000–4500К).

Было осуществлено обоснование нормативных уровней освещенности для зрительных работ разной точности в соответствии с СП 52.13330.2011 [6]. Установлены уровни освещенности, способствующие комфортной работе зрительного анализатора при выполнении работ различной точности. Авторами исследований предлагается, согласно полученным данным, внести изменения в действующую нормативную литературу [6, 7], и установить для зрительных работ высокой точности нормативный уровень минимальной освещенности рабочей поверхности не менее 300 лк. Для зрительных работ средней и малой точности оставить в силе требования нормативных документов к уровням освещенности.

В ходе проведения исследований влияния цветовой температуры светодиодных источников света на состояние органов зрения выявлено некоторое повышение абсолютного объема аккомодации и положительной части относительного объема аккомодации («резервная часть») при работе под светодиодным источником света с цветовой температурой от 4000 К до 5000 К при выполнении работы высокой точности, что указывает на более комфортную работу аккомодационно-мышечного аппарата и меньшее напряжение зрительного анализатора при данных значениях температур. В диапазоне цветových температур от 5700 К до 6500 К отмечается достоверное снижение положительной части относительного объема аккомодации.

ции в сравнении с остальными уровнями цветовых температур, что может свидетельствовать о процессе избыточного напряжения аккомодационно-мышечного аппарата зрительного анализатора и уменьшения его резервных возможностей. При выполнении работы при светодиодном освещении с цветовой температурой 3000 К так же отмечается избыточное напряжения аккомодационно-мышечного аппарата зрительного анализатора, что может указывать на неблагоприятное влияние данных значений цветовой температуры светодиодных источников освещения на комфортную работу зрительного анализатора.

Анализ полученных данных при выполнении добровольцами работы средней точности не позволил сделать определенный вывод о влиянии цветовой температуры на показатели зрительных функций.

При работе малой точности отмечаются относительно постоянные показатели абсолютного объема аккомодации при диапазоне цветовой температуры светодиодного источника света от 3000 К до 6500 К, что указывает на низкую степень напряжения зрительного анализатора при данных значениях температур.

На основании проведенных исследований сформулированы рекомендации, для создания установок искусственного освещения, безопасных для зрительной системы и общего состояния организма человека:

1. С целью создания условий комфортной работы зрительного анализатора при выполнении зрительных работ высокой точности, цветовую температуру светодиодных источников освещения установить в пределах от 4000 К до 5000 К. При выполнении зрительных работ малой и средней точности установление требований к цветовой температуре светодиодных источников света нецелесообразно.

2. При проектировании осветительных установок для зрительных работ высокой точности, ориентироваться на нормативный уровень минимальной освещенности рабочей поверхности, равный 300 лк.

3. Для устранения слепящего эффекта необходимо, чтобы яркость излучающей поверхности не превышала 2000 Кд/м^2 , что может быть достигнуто применением вторичной оптики или промежуточного рассеивателя, например листа поликарбоната.

4. Для равномерной освещенности в помещениях необходимо, чтобы угол распространения светового потока был не менее 120, что позволяет устранить эффект темных зон и избавиться от областей рабочих поверхностей с избыточными уровнями освещенности.

5. При выборе корпуса светодиодного светильника необходимо учитывать особенности режимов его эксплуатации. При использовании светодиодного светильника необходимо использовать тип корпуса не ниже IP 54. Для устранения возможности поражения электрическим током необходимо осуществлять зануление металлических нетоковедущих частей (корпуса).

6. Для исключения дополнительного зрительного утомления, при построении светильников следует использовать электронные преобразователи, имеющие минимальные пульсации выходного тока, не превышающие 5 % номинальной величины.

7. Для создания комфортных условий освещения необходимо осуществлять регулирование интенсивности светового потока, а также его спектрального состава. Для этого могут использоваться с одной стороны системы передачи информации по питающей сети или по радиоканалу, с другой стороны – светоизлучающие диоды с различными значениями цветовой температуры.

Результаты исследований позволили обоснованно расширить представления о действии света, генерируемого энергосберегающими осветительными приборами, в том числе светодиодами, на состояние зрительных функций и организм в целом, что способствует широкому использованию энергосберегающих систем освещения.

Библиографический список

1. Дуге, Д. Освещение светодиодами: благоприятные возможности или опасность для здоровья / Д. Дуге // Светотехника. – 2012. – № 4. – С. 23–25.
2. Lyons, L. LED-based products must meet photobiological safety standards: part1 // LEDs magazine. – 2011. – Vol.46. – October – P. 31.
3. Ван Боммель, В. Качество освещения и энергоэффективность: критический обзор / В. Ван Боммель // Светотехника. – 2011. – № 1. – С. 6–11.
4. Никифоров, С.Г. Некоторые аспекты восприятия светодиодного излучения глазным аппаратом / С.Г. Никифоров // Полупроводниковая светотехника. – 2009. – № 2. – С. 34–37.
5. Закгейм, А.Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья (обзор) / А.Л. Закгейм // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 12–21.
6. СП 52.13330.2011 (СНиП 23–05–95). Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция от 27.12.2010.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (с изменениями на 15 марта 2010 г.).

[К содержанию](#)