

Психофизиологическая оценка условий освещения светоизлучающими диодами

Абрамова Л.В., к.т.н., проф., Железникова О.Е., к.т.н., доц.

*ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева»
430005, Республика Мордовия, ул. Большевистская, 68 а, тел. (8342)474623,
e-mail: sarstf@mail.ru*

Ни в одном российском нормативном документе в области освещения нет рекомендаций по применению светоизлучающих диодов (СИД) для искусственного освещения. Результаты проведенных исследований позволят разработать практические рекомендации по применению СИД и нормированию осветительных установок с ними.

В последнее время большое внимание уделяется созданию благоприятной цветоцветовой среды, которая предполагает использование света не только для выполнения зрительной работы, но и для удовлетворения целого комплекса потребностей человека – психофизиологических, эргономических, психологических, экологических. Кроме того, не менее актуальна проблема экономии электроэнергии, расходуемой на освещение.

Решение обеих задач возможно при использовании для освещения СИД. На данный момент световая отдача этих источников света (ИС) составляет порядка 100 лм/Вт и более, общий индекс цветопередачи (R_a) белых СИД – 80 и более, срок службы – 50 тысяч часов и более, единичная мощность – 10 Вт.

Однако возможность использования СИД для создания благоприятных условий освещения требует весомых доказательств, которые могут быть получены путем всесторонних исследований влияния освещения этими ИС на орган зрения и организм в целом. В литературе нет описаний подобных исследований, встречаются только отдельные результаты о влиянии освещения СИД на психоэмоциональное состояние наблюдателей. Это дает основание считать поставленную работу актуальной.

Полное представление о функциональном состоянии органа зрения в различных условиях освещения и при выполнении зрительных задач различного характера может быть получено только на основе всестороннего исследования его основных звеньев: аккомодационно-мышечного аппарата, сетчатки и центрального отдела. Поэтому для исследования функционального состояния органа зрения при освещении СИД определен комплекс методик, позволяющих оценивать:

- состояние аккомодационно-мышечного аппарата по объему абсолютной аккомодации и по временному порогу ахроматической адиспаропии;
- состояние рецепторного аппарата органа зрения по остроте зрения для дали и для близи, по контрастной чувствительности и по остроте цветоразличения;
- состояние центрального звена зрительного анализатора по показателю критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ) и по способности к переключению внимания.

Для исследования психоэмоционального состояния наблюдателей разработана методика субъективной оценки – определены критерии оценки, выбраны объекты исследований, разработана анкета-вопросник, продумана процедура опроса, отобраны эксперты-наблюдатели, выбраны метод и шкала оценок.

Зрительное утомление создавалось в процессе выполнения умственной и корректорской работы, разная степень утомления достигалась выполнением одной и той же работы при разных уровнях освещенности.

Планирование лабораторного эксперимента проведено по латинскому квадрату, дисперсионный анализ которого позволил доказать: 1) справедливость линейной модели эксперимента; 2) значимость выбранных факторов (освещенность, спектральный состав, зрительная нагрузка). На основании результатов предварительных серий опытов подсчитано необходимое число измерений исследуемых функций зрения, обеспечивающих заданную величину отклонения средних значений от истинных.

Для проведения экспериментальных исследований была сконструирована осветительная установка (ОУ), позволяющая:

- создавать на рабочей поверхности различные уровни освещенности в диапазоне от 200 до 1000 лк при использовании различных ИС, исключая пульсацию светового потока исследуемых ИС, прямую и отраженную блескость;

- обеспечивать надежность и удобство в эксплуатации.

ОУ была смонтирована в изолированном без естественного света помещении размером 3,2x1,9x3,2 м, поверхности которого имели коэффициенты отражения ρ : потолка – 0,7; стен – 0,5; пола – 0,2.

Для освещения был использован светильник размером 700x700 мм, в который в различных сериях опытов устанавливались СИД GU10-LED21 мощностью 2,1 Вт с цветовой температурой $T_{\text{цв}} = 3000$ К и галогенные лампы накаливания ВАВ – СГ-36⁰ мощностью 20 Вт и цветовой температурой $T_{\text{цв}} = 3000$ К (базовый вариант). Яркость выходного отверстия светильника при использовании во всех опытах всегда была одинакова. Для устранения отраженной блескости светильники перекрывались светорассеивающим стеклом марки СБ группы III ($\tau=0,6$), материал столешницы был диффузно-отражающим. Экран, выполненный из диффузно-отражающего материала ($\rho=0,7$), занимал 60⁰ поля зрения в вертикальной и горизонтальной плоскостях при направлении линии зрения в его центр. Остальную часть поля зрения занимали стены и потолок помещения. Экран освещался софитами с исследуемыми ИС, неравномерность освещения экрана не превышала $\pm 10\%$. Изменение уровней освещенности рабочей поверхности достигалось с помощью сетчатых фильтров. Изменение освещенности экрана достигалось перемещением софитов и применением сетчатых фильтров.

Освещенность рабочей поверхности измерялась с помощью люксметра «ТКА-Люкс», предел допустимого значения основной относительной погрешности измерения освещенности составил 6%. Для контроля за яркостью экрана использовался комбинированный люксметр-яркомер «ТКА-ПК», предел

допускаемого значения основной относительной погрешности измерения яркости которого составил не более 10%. Особенно важна точность определения яркости при пороговых измерениях. Наибольшая точность определения яркости «пятна» (объекта) при пороговых измерениях имеет место тогда, когда фон и «пятно» со стороны наблюдателя освещаются равномерно, а пороговая разность яркости создается другим ИС и накладывается на яркость фона. Пороговая разность яркости определялась двумя способами: расчетным путем через силу света, расстояние и коэффициент пропускания материала, перекрывающего отверстие в экране и посредством измерения люксметр-яркомером. Погрешность измерения силы света источника на фотометрической скамье - $\pm 3\%$, не более; расстояние на скамье может быть измерено с погрешностью не более 0,5%; коэффициент пропускания молочного стекла – 2,5%, не более.

Для участия в эксперименте была отобрана группа наблюдателей из числа студенток светотехнического факультета Мордовского государственного университета в количестве 12 человек. Рефракция наблюдателей была преимущественно эметропической, острота зрения на оба глаза 1,0, цветоощущение без патологии.

Процедура одного опыта была примерно следующей: 1) адаптация к условиям освещения в течение 15 минут; 2) измерение ближайшей точки ясного видения, пороговой разности яркости, КЧСМ, остроты цветоразличения на аномалоскопе (в другой раз – обследование по четырем оставшимся методикам); 3) двухчасовая зрительная работа; 4) повторное измерение функций зрения; 5) заполнение анкет субъективной оценки.

Результаты экспериментальных исследований заносились в специальные протоколы, на основании которых проводилась статистическая обработка и выносились соответствующие суждения о степени эффективности исследуемых условий освещения.

На основании результатов лабораторных исследований влияния условий освещения СИД на функциональное состояние органа зрения установлено:

- освещение СИД создает лучшие условия для работы аккомодационно-мышечного аппарата органа зрения;

- при освещении СИД острота зрения, цветоразличительная функция зрительного анализатора «не страдает», контрастная чувствительность сохраняется на том же уровне, что и при освещении галогенными лампами накаливания типа ВАВ – СГ-36⁰;

- «светодиодное» освещение не оказывает угнетающего действия на состояние центральной нервной системы;

- результаты субъективного эксперимента свидетельствуют о преимуществе освещения СИД при выполнении работ средней точности.

Таким образом, полученные результаты послужили основанием для разработки практических рекомендаций по определению области применения СИД и выбору нормируемых уровней освещенности при их использовании во внутреннем освещении.

