

Владимир Осипов | sht.vo@rambler.ru

Измеряем... Как и почему?

Данная статья — не заметки критика и отнюдь не практическое руководство. Это приглашение молодым специалистам-светотехникам взглянуть через призму современного уровня технического развития на сложившиеся в течение прошлого века методики и критерии оценки некоторых весьма важных для практики светотехнических параметров.

Выражение единиц измерения через физические или другие константы является тенденцией развития метрологической науки нашего времени. Одной из первых таких единиц была секунда, которая по мере роста требований к точности воспроизведения переключалась из части суток в количество тонких квантовых переходов атома цезия. Сегодня физики покусались на самое «святое» — метр и килограмм, и обещают завершить эту работу уже в 2015 г. С активным развитием светодиодных технологий в светотехнику пришло большое количество специалистов из электроники, радиотехники, приборостроения. По своей прежней деятельности они привыкли к расчетам с тремя-пятью знаками после запятой, поэтому погрешности до 10% при светотехнических измерениях первоначально «режут глаз». А погружение в методики измерений заставляет задуматься.

Немецкий физик, врач, физиолог и психолог Герман Гельмгольц (Hermann von Helmholtz), чье имя носит московский НИИ Глазных болезней на Садово-Черногорской, сетовал: «Какой плохой оптик Господи! Я бы построил глаз куда лучше». Но чисто оптическое несовершенство строения глаза компенсируется деятельностью мозга. Мы способны распознать более полумиллиона тонов, а в мозаичной мастерской Рима находится более 20 000 оттенков основных цветов, созданных человеком. Спектр естественного света очень широк, и не случайно природа ограничила диапазон чувствительности человеческого глаза областью, которую мы, не очень задумываясь о сути, называем видимым светом. Воспринимаемый нами диапазон длин волн обеспечивает максимальную различимость объектов и в то же время служит защитой от волн, способных оказать вредное воздействие. Это устройство обеспечивает прием до 95% информации, получаемой человеком!

Давно показано, что чем шире диапазон длин волн видимого света, падающего на объект, тем правильнее он воспринимается мозгом. Идеальным было бы при освещении заполнить весь видимый для глаза спектр излучением с уровнями, соответствующими кривой чувствительности глаза (КЧГ, функции относительной спектральной эффективности монохроматического излучения $V(\lambda)$). Позволил себе сделать из этих рассуждений некоторые выводы.

Сегодня мы нормируем энергоэффективность как отношение светового потока на выходе источника света (или светильника) к подводимой электрической мощности, часто даже не указывая, активная это мощность или полная. В результате высокоэффективной становится нагревая лампа, хотя спектр ее излучения весьма узок. Его площадь не превышает 6% от площади под КЧГ, и различение объектов весьма затруднительно. Возникает вопрос. Если нам важно восприятие потока света прибором, то мы все делаем правильно. Но может быть, нам важнее измерить эффективность освещения? Тогда надо увязывать результат измерения энергоэффективности с интегральной величиной светового потока под КЧГ. Сделать это просто уже сегодня, ведь вся необходимая аппаратура есть. Необходимы желание и методика. А картина эффективности источников света может сильно измениться.

Еще один вопрос, ответ на который сегодня близок к оценке уровня выступления спортсменов в фигурном катании, — определение индекса цветопередачи, основанное на органолептических сравнительных характеристиках. Имеется даже индекс цветового предпочтения, ориентирующий на вкус массового потребителя. Но, во-первых, как и всякий процесс познания, восприятие обусловлено особенностями воспринимающего субъекта. У каждого свой вкус, говаривал черт, садясь в крапиву, а Эркуль Пуаро, помнится, страдал от того, что курицы не несут квадратные яйца. Во-вторых, вкусы имеют свойство со временем меняться.

Сегодня для обеспечения высокого индекса цветопередачи необходимо в спектр излучения добавлять изрядную толику красного. В этом нет ничего удивительного: ведь базовые подходы к индексу формировались в период расцвета ламп накаливания с преобладающей красной составляющей светового потока. Но при определении индекса цветопередачи можно ориентироваться на дневной свет, который при любой цветовой температуре обеспечивает высокую степень заполнения под КЧГ. Тем более что сегодня можно изготовить образцовые светодиоды, интенсивность излучения которых в области видимого света почти полностью будет соответствовать КЧГ, т. е. будет практически идеальным источником белого цвета для глаза. Или можно, зная спектральное распределение светильника и таблицы спектральных коэффициентов яркости, поручить эту работу ЭВМ, которая, к счастью, не имеет вкусовых предпочтений. Важно, чтобы данный параметр перестал быть «вкусовым» и приобрел строгие законы его определения.

Некоторые вопросы возникают при практическом использовании существующих методик.

Так, при проведении журналом «Современная светотехника» рейтинговых испытаний уличных светильников на светодиодах обнаружилось, что у нескольких из них цветовая температура довольно существенно (от 1000 до 2000 К в сторону «холодного») сдвинулась от нормированного производителем источников света значения, что вызвало у последнего (OSRAM) большое удивление. А ведь испытания по заказу журнала проводились в специализированной организации — испытательной лаборатории ГП «ЦСОТ НАН Беларуси».

Эксперименты, проведенные на предприятии, показали, что если светоприемник измерителя располагать на защитном стекле на расстоянии 20 мм от любого светодиода на светильнике, то измеренная цветовая температура соответствует нормированной производителем. По мере увеличения расстояния между СД и приемником и при наличии на поверхностях светильника хорошо отражающих и блестящих мест холодное смещение увеличивается. Максимальный сдвиг фиксируется при размещении светоприемника между СД над отражающей поверхностью, что и выявилось при тестировании. Консультант, к которому мы обратились (А. Ш. Черняк, ВНИСИ), высказал предположение, что при испытаниях приемник располагался в зоне неравномерного поля. У нас на предприятии отсутствуют светотехники соответствующего уровня, способные достоверно прокомментировать данный эффект, но его влияние на результаты испытаний требует скорейшего объяснения и корректировки методики, ибо последующие проблемы будут возникать уже при сертификации.

Ответ на еще один вопрос может дать большой экономический эффект. СНИИПы (23.05-95, 2.08.01-89 и др.) устанавливают требования по освещенности в зависимости от вида работ и типа источника света, т. е. требования по различению объекта труда. Известно, что LED-светильники обеспечивают своей освещенностью очень хорошую различимость, однако конкретные рекомендации пока еще не разработаны. Если будет научно доказана возможность снижения требований по освещенности для таких светильников, это обернется значительным дополнительным снижением энергопотребления.

Это лишь часть вопросов, ответы на которые должны приблизить метрологические возможности светотехники к современному уровню требований к ним. Отсутствие направляющих воздействий со стороны Росстандарта уже достаточно давно приходится восполнять энтузиазмом конкретных лиц и коллективов. Но зато это открывает простор для молодых, желающих сказать свое слово в науке. Дерзайте! Это очень нужно вам и стране. ●