

Светодиодное освещение будет полезно, только если оно качественно просчитано



Мы находимся во Всероссийском научно-исследовательском институте оптико-физических измерений (ВНИИОФИ). Это ведущий институт и по методическим разработкам в области метрологии излучения, и по средствам измерений, держатель фотометрических и колориметрических эталонов федерального значения.

Рассказать о проблемах метрологии, задачах, которые решает институт, о его роли и положении в стране и в международной метрологической сфере мы попросили начальника лаборатории колориметрии и фотометрии некогерентного излучения Татьяну Борисовну Горшкову.

— Какого уровня ни были бы испытательные центры, ВНИИОФИ всегда стоит выше, потому что он держатель эталонов и т. д. Здесь трудятся самые компетентные люди в области метрологии оптики. Что институт представляет собой исторически?

— ВНИИОФИ — один из семи институтов Росстандарта, который содержит на настоящий момент 24 национальных эталона по разным видам измерений. Наша лаборатория отвечает за колориметрию и фотометрию, то есть за те измерения световых и цветовых параметров, которые в настоящее время являются очень важными, поскольку новое энергоэффективное освещение нормировано именно по этим характеристикам. Основными в колориметрии являются коррелированная цветовая температура и индекс цветопередачи, так как эта величина очень сильно влияет на восприятие цвета человеком, что очень важно при работе с точными измерениями, особенно в медицине. Недавно к нам обращалась организация, которая разрабатывает медицинские светильники. Чтобы при операциях правильно видеть цвет тканей человека, индекс цветопередачи должен быть не менее 95 (как записано в нормативных документах). А это величина очень серьезная, и добиться таких индексов цветопередачи достаточно сложно. Коррелированная цветовая температура — величина, которая дает нам

понятие об оттенке цвета белого света и дает ощущение, насколько комфортно при этом свете мы можем себя чувствовать. Значение около 6000 К — это дневной свет, именно природное внешнее освещение. Дневной свет и свет от светильников — это разные вещи, но измерять этот параметр необходимо. Более комфортен для человека (это по моим ощущениям) свет с цветовой температурой порядка 4000–5000 К. Многие любят оттенок, соответствующий температуре 3000 К, потому что мы привыкли к лампам накаливания (ЛН), которые имеют цветовую температуру 2000–3500 К, и многие люди психологически еще не перестроились и хотят ощущать именно такой теплый свет. Так что измерять эту величину необходимо, и, что самое главное, измерять точно.

Также в нашей лаборатории мы занимаемся измерением фотометрических характеристик, к которым относятся световой поток, сила света и, что сейчас стало особенно важным, пространственное распределение силы света, от которого зависит энергоэффективность светотехнических изделий. Именно эта величина используется при расчете различных проектов освещения помещений. Для проектирования она крайне важна. Заменяя люминесцентные лампы (ЛЛ), чтобы повысить энергоэффективность, надо правильно рассчитать количество светодиодных светильников, и получается, что их должно быть в два раза меньше. В настоящее время в расчете энергоэффективности используется только световая отдача, и никто не учитывает именно их количество. А если бы рассчитывали правильно, с учетом пространственного распределения силы света, количества светильников в помещении и срок окупаемости проекта можно было бы сократить вдвое. Потому что, несмотря на одинаковую

мощность, освещенность от светодиодных светильников, по сравнению с ЛЛ, выше в два раза — подсветка светодиодным светом вдвое ярче. Но, с другой стороны, эта яркость является и негативной величиной. Потому что когда слишком светло в помещении, человеку тоже некомфортно, и чтобы найти оптимальное количество света, надо внимательно просчитать все эти характеристики. А это возможно лишь при корректных и точных измерениях исходных светотехнических параметров.

Наша лаборатория является хранителем двух национальных эталонов: направление колориметрии отвечает за координаты цветности, индекс цветопередачи и коррелированную цветовую температуру, а направление фотометрии — за световой поток, силу света и освещенность.

Качество работы лаборатории определяется только международными межлабораторными сличениями. Поэтому начиная с 90-х годов наш институт участвует в международных ключевых сличениях по фотометрии. По колориметрии было пока еще только одно сличение, но оно как раз затрагивало измерение характеристик светодиодов. По цветовым параметрам в освещении сличений практически не было. В таблицах СИС указано только сличение по цветовой температуре, в котором участвовало много стран, но это цветовая температура до 3000 К. По более высоким значениям международных сличений пока еще не было. Это объясняется, во-первых, отсутствием эталонных источников, а во-вторых, до настоящего времени эта проблема не стояла еще так остро — кроме ЛЛ и ЛН не было ничего. Но сейчас появилось такое количество новых источников света с совершенно разными спектрами, что теперь надо менять

не только подход, но и методы измерений, а значит — менять и приборную базу. Это самое главное. Те люксметры, которые мы использовали для измерений, требуемых по нормам охраны труда, для измерений светодиодного освещения, к сожалению, не подходят. И эта проблема остро стоит не только в нашей стране, но и во всем мире.

А в целом, по международным сличениям могу сказать, что наша лаборатория имеет порядка 20 строк в таблице СМС международного бюро мер и весов. Это значит, что именно по этим видам измерений силы света, по световому потоку, по координатам цветности, по спектральной чувствительности международным сообществом признаны именно наши калибровочные возможности. Наши эталоны стоят на одном уровне с ведущими метрологическими лабораториями мира, к которым относятся всем известный NIST (США), NPL (Англия), PTB (Германия), которая уже очень длительное время плодотворно занимается такой научной работой. Сейчас просят принять участие в сличении не только ведущие мировые державы, но и более мелкие государства. Для Китая в свое время, лет 10 назад, нами были разработаны национальные эталоны, в том числе и по фотометрическим характеристикам. Но у них нет понятия световой поток, они измеряют силу света. При этом Китай тоже имеет строчки в СМС, но исключительно по ЛН. Из последних сличений, которые проходили по светодиодам, Китай, к сожалению, выпал. У них получилась погрешность от среднезвешенного значения, которое измерили 16 стран, включая Швейцарию, Францию, Германию, более 10%.

Поскольку наша страна наводнена китайской продукцией, наши потребители должны это учитывать. То есть перед тем как заключать контракт с китайцами, надо проверить их продукцию в аккредитованных испытательных лабораториях. Если даже вы не хотите получать сертификат соответствия, нужно хотя бы для себя оценить качество светодиодных изделий.

— А что собой представляет эталон, скажем, координат цветности?

— Эталон координат цветности — комплекс, состоящий из эталонных источников освещения и спектрометра. Для координат цветности в качестве источников излучения (разработанных с 1985 по 1990 г.) были взяты электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) от старых кинескопов, и на их экраны были нанесены люминофоры красного, зеленого, синего цветов и отдельно белый, у которого коррелированная цветовая температура примерно 6500 К. Мы их включаем не чаще одного раза в год, чтобы уменьшить деградацию люминофора. Но в те времена были стабильные люминофоры, и они сохраняют свои свойства уже почти в течение 30 лет. Координаты цветности и яркость излучения там постоянны. Второй источник излучения для измерения координат цветности выполнен на основе галогенной лампы, дающей сплошной ровный спектр, рассеивателя и интерференционных свето-

фильтров шириной от 4 до 8 нм. Это сделано для того, чтобы поверять спектрометры. Очень хорошо видны погрешности приборов, когда измеряется источник цвета фильтровыми колориметрами. Степень коррекции можно определить весьма точно.

Также в первичном эталоне у нас присутствует монохроматор с приемником излучения, эта система откалибрована по спектральной плотности энергетической яркости. То есть измерение эталонных источников света проходит компарирование по энергетической яркости с определенным расчетом координат цветности.

— Люминофоры, которые воспроизводят цвет с помощью ЭЛТ, имеют довольно широкую полосу спектра. И цвет получается ненасыщенный. Координаты цветности при этом, конечно, имеют место обязательно, но понятно, что реализовать эталон более точный и строгий, с большим количеством цифр после запятой, можно только на узкополосных источниках.

— Да, это верно. И даже когда мы проверяем фильтровый колориметр, скорректированный под удельные кривые сложения цвета, на этих источниках с люминофором на ЭЛТ, имеем погрешность порядка 0,005%. А если мы возьмем тот же самый прибор и возьмем источник с интерференционными светофильтрами, у нас получится погрешность 0,1%. Поэтому приборы, которые могут измерять достаточно широкий гладкий спектр, надо отделять от приборов, способных измерять такие узкополосные источники, как светодиоды. Например, индикаторные светодиоды очень узкополосные. И они известны достаточно давно, но такой проблемы измерения именно цветовых характеристик на тот момент не было. Хотя мы этим занимались, потому что светодиодные светофоры появились достаточно давно, где-то в конце 90-х годов. И все это надо уже измерять не фильтровыми колориметрами, а спектральными приборами. Даже светотехническое оборудование, которое используется для безопасности в автомобилях (стоп-сигналы, задние фонари и т. д.) фильтровыми колориметрами измеряется довольно плохо. Подобрать хороший прибор очень тяжело, это надо делать из партии. Потому что по правилу ЕЭК ООН допуски по цвету на оборудование для безопасности очень маленькие.

Поэтому, и я давно так считаю, даже рабочие средства измерения должны быть спектральными. При современном развитии электроники хороший спектральный прибор и хороший фильтровый колориметр по цене практически одинаковы, иногда даже фильтровые колориметры оказываются дороже. Например, стоимость колориметра фирмы LMT более €60 тыс. Подешевле Minolta 110, но у этого прибора и точность меньше.

Впрочем, вряд ли тут следует говорить о стоимости, поскольку сама метода не пригодна для измерения светотехнического оборудования на светодиодах. В этом случае необходимо пользоваться спектральными приборами.

Причем, они должны иметь разрешение по длинам волн не более 1 нм. Хотя на экран программно может выводиться спектр и через 5 нм. Это обусловлено тем, что полуширина спектра излучения светодиодов может быть всего 10 нм.

Теперь поговорим об эталоне силы света и светового потока. Сила света рассчитывается из спектральной плотности энергетической яркости/освещенности от «черного тела». Высокотемпературные прецизионные «черные тела» были разработаны во ВНИИОФИ, и практически все ведущие в метрологии страны мира оснащены этими «черными телами». Поэтому по энергетическим характеристикам никаких сомнений у нас никогда не было. А из энергетических спектральных характеристик уже рассчитывается все остальное. Именно от «черного тела» у нас переносится размер единицы на фотометрическую головку, причем мы постоянно эталон модернизируем. Если у нас сначала были фотометрические головки с погрешностью коррекции под кривую видности порядка 2%, то последние головки имеют погрешность коррекции 0,8%. Что влияет на результат измерений воспроизведенной силы света. Поэтому от «черного тела» единица силы света в канделах передается на фотометрическую головку, а дальше уже от нее на рабочее средство измерения. Мы также имеем светозмерительные лампы, переносим размеры единицы на них, потому что, к сожалению, пока что все метрологические центры, которые занимаются поверкой и калибровкой средств измерения, кроме теплого источника в составе своих установок ничего не имеют. Но поскольку мы прекрасно понимали, что светодиодное освещение будет развиваться в геометрической прогрессии и скачками будет заполнять все просторы нашей родины, мы начиная с 2009 г. занялись разработкой эталона источника света на основе светодиодов. И в 2012 г. межведомственная комиссия Росстандарта приняла наш новый эталон канделы, и в состав этого эталона вошли источники света на светодиодах, причем не только белые, но и красный, зеленый и синий, потому что они используются в сигнальной технике и т. д. Пока только мы имеем эти источники света, но я надеюсь, что все-таки центры метрологии тоже начнут оснащаться этими источниками. Мы планируем поставлять их в центры стандартизации. Эта процедура требует внесения изменений не только в поверочную схему. Необходимо создать документ, который регламентировал бы применение светодиодных источников для поверки и калибровки приборов. То есть в каких случаях надо применять именно эти эталонные источники. Но это в перспективе. Хотя мы над этим уже задумались.

— По роду своей деятельности Вам приходится посещать большое количество лабораторий и метрологических центров. И мне бы хотелось, чтобы Вы рассказали, каков уровень их оснащения.

— К сожалению, уровень оснащения оставляет желать лучшего. Пространственное

распределение силы света — это такая характеристика, измерение которой требует огромных капиталовложений в измерительное оборудование. И не каждое предприятие может себе это позволить. Поэтому в основном все измеряют осевую силу света. Световой поток тоже измеряют не все. То есть то, что касается отдельных светодиодов, оборудование купить еще можно. А что касается готовых изделий, не все предприятия могут позволить себе такие затраты. Я считаю, что необходимо более полно развивать систему испытательных лабораторий на всей территории нашей страны. Потому что возить на испытания светотехнические приборы в Москву не всем по карману. Так что в регионах, которые имеют предприятия по производству светотехнической светодиодной продукции, нужны такие центры. И может быть, здесь надо просить финансовой помощи у правительства республик или округов, регионов. Очень важно, чтобы оборудование в испытательных центрах было высокоточным. Погрешность в 10% уже не устраивает потребителя. Каждый хочет позиционировать свою продукцию с определенной точностью. Когда мы говорим, что лампа имеет 750 лм, а погрешность прибора, на котором проводились измерения, 10%, то это уже достаточно большое расхождение. Хорошо, если это будет в плюс. А если в минус, то человек в буквальном смысле потеряет какое-то количество освещения. Современное оборудование позволяет проводить измерения с высокой точностью, и я надеюсь, что центры будут создаваться, аккредитовываться и проводить испытания. Самое главное — недопущение на рынок некачественной продукции. Все мы знаем, что сейчас по большей части «белого» ввоза в страну нет. Вся продукция либо «серая», либо попросту контрабанда, на которую покупается сертификат соответствия. Но как сертификационный центр может выдать сертификат, если у него нет базы для проведения испытаний? И здесь нужен государственный контроль, чтобы каждая «бумажка» была подтверждена протоколом испытаний.

— Тем не менее у нас есть примеры центров в регионах. Например, в Санкт-Петербурге, в Томске, Екатеринбурге...

— Но у этих центров нет аккредитации.

— Вы говорили, что оснащение метрологических центров не то что оставляет желать лучшего, его практически нет. А отсюда возникает вопрос о качестве. Его никто не контролирует, потому что контролировать нечем! Соответственно, компетентность низка...

— Да, вторая проблема — отсутствие квалифицированных кадров. Мало того, что измерять нечем, но еще и некому. В нашем институте существует кафедра, на которой мы обучаем всех желающих проведению измерений. К нам многие обращаются, и мы помогаем по тем видам измерений, которые их интересуют. Не без гордости скажу, что научить мы можем. К сожалению, единственная кафедра, которая готовит у нас светотехников-метрологов, находится в Саранске, однако в учебном процессе

упор делается на традиционные источники света, востребованные в основном в том регионе по причине развитых профильных производств. Проблема уходит корнями в образование.

— Об этом писал наш журнал, мы общались с представителями среднего профессионального образования. И они тоже говорят, что произошел очень серьезный скачок в технологиях и технике, к которому преподаватели оказались не готовы.

— Поэтому пожелание нашего института и наших сотрудников (наверное, к Министерству образования), чтобы лабораторные помещения в учебных заведениях, которые выпускают светотехников, были оснащены современным оборудованием. Иначе мы можем эту отрасль потерять.

— А какова, на Ваш взгляд, тенденция развития средств измерения? Есть ли какие-то предпосылки к появлению кардинально новых методик и оборудования? Например, над которыми сейчас работают ваши специалисты. Или просто идет совершенствование существующих приборов для увеличения точности?

— Я думаю, что надо пользоваться современным оборудованием. Потому что спектральных приборов в мире появилось очень много, только ленивый сейчас не работает с фотодиодными линейками, с ПЗС-матрицами. Количество новых приборов огромно. Самое главное — проверить, что они удовлетворяют требованиям для измерения светодиодной осветительной продукции, и использовать их при контроле. Современные приборы, как рабочее средство измерений, стоят не особенно дорого, предприятия могут себе их позволить. Но это касается определения осевой силы света и любых колориметрических характеристик. А что касается светового потока и пространства распределения силы света — это, к сожалению, только для испытательных лабораторий. Например, сейчас существует множество современных люксметров, которые тоже по принципу своего действия измеряют сначала спектр, потом учитывают его в измерениях освещенности. От старых приборов надо постепенно отказываться.

Также важно повышение уровня методик калибровки до уровня ГОСТов, я бы даже сказала, межгосударственных стандартов. Когда это будет принято хотя бы в таможенном союзе, это будет уже обязательно к исполнению. Наверное, еще одно пожелание в плане перспектив на будущее — это разработка технического регламента на измерения фотометрических и цветовых характеристик энергосберегающей продукции. Это единственный документ, который может дать нам возможность проводить испытания, и они будут обязательными. Потому что технический регламент имеет статус закона и подлежит обязательному исполнению.

Если отечественные производители светотехнической продукции выйдут с этим предложением в правительство, это всем пойдет на пользу.

— Даже ГОСТ, который у нас сейчас действует (ГОСТ Р 54350-2011), претендует на вхождение в обеспечительную базу техрегламента. А как обстоят дела с перспективным ГОСТом на отдельные светодиоды?

— ГОСТ на светодиоды должен выйти в этом году, и поскольку светоизмерительные лампы уже потихоньку уходят, их практически нет, я хочу выйти с предложением в Росстандарт включить в план стандартизации разработку стандарта «Эталонные источники света полупроводниковые. Технические характеристики». И когда у нас будет ГОСТ на светодиодные источники света как светоизмерители, тогда мы уже сможем дальше их использовать для поверки и калибровки приборов и обеспечения единства измерений. И требования к эталонным полупроводниковым источникам там тоже будут прописаны.

— Вы сейчас работаете над методиками определения неравномерности яркости, вся общественность в этом тоже уже поучаствовала. И надо сказать, что звучали разные мнения. Но все равно, как ни крути, это была сложная задача.

— Это пока еще первая ласточка. Потому что разрабатывать методики на измерения разных технических и цветовых характеристик разного типа светильников надо конкретно на каждый светильник. Сделать унифицированную методику просто невозможно. Светильники бывают с разными рассеивателями, разной формы, разного пространственного распределения силы света. И применять какую-то типовую методику к ним одновременно невозможно. Стоит задача либо самим предприятиям разрабатывать эти методики, либо для каждого конкретного типа светильника надо разработать свою методику и рекомендовать ее к применению при проверке.

— То есть методика, которая разрабатывается сейчас для возможности корректно измерять неравномерность яркости, сформирует лишь принцип измерения...

— А дальше уже на основе этого принципа можно разрабатывать другие методики, учитывая защитные углы и габаритную яркость, то есть то, что важно для каждого конкретного типа светильника.

— Этим и отличается ВНИИОФИ, что такие сложные задачи берет на себя и совместно с общественностью их решает.

— Да, и это важно, чтобы наш метрологический опыт и опыт производителей работали вместе.

— Ваше отношение, как профессионала, к светодиодам в качестве источников света для освещения?

— Я к этому отношусь положительно, но светодиодное освещение должно быть прежде всего грамотно рассчитано. Только тогда оно будет приносить пользу. А все расчеты должны быть основаны на корректных измерениях, выполненных со знанием дела.

Интервью провел Сергей Никифоров