

О нынешней и будущей деятельности Международной комиссии по освещению

П. БЛАТТНЕР

Международная комиссия по освещению, Вена, Австрия
E-mail: peter_blattner@bluewin.ch

Аннотация

Рассмотрены основные направления деятельности Международной комиссии по освещению (МКО) за последние годы. Перечислены наиболее важные публикации, отражающие последние тенденции развития светотехнической отрасли, включая методы испытаний светодиодных источников света и осветительных приборов, колориметрические измерения, способы оценки зрительного дискомфорта при искусственном освещении, а также интеллектуальное управление освещением. Отдельное внимание уделяется работе МКО в направлениях метрологии и учёта влияния освещения на незрительные функции организма человека. Для эффективного взаимодействия в интенсивно развивающейся области облучения растений создаётся специальный объединённый комитет, занимающийся разработками соответствующих стандартов. В текущей ситуации, сложившейся в результате пандемии COVID-19 особую актуальность приобретают исследования проблем использовании ультрафиолетового (УФ) излучения для дезинфекции и снижения риска передачи вируса. Не менее важное значение МКО придаёт стандартизации в области фундаментальных основ светотехники, включая метрологию и специальную терминологию, а также вопросам современного светотехнического образования. В последнее время вопрос открытости научных публикаций приобретает

большую актуальность. В связи с этим руководство комиссии предпринимает определённые шаги в этом направлении, работая над оцифровкой своих материалов и обеспечивая специалистам свободный доступ к отдельным документам.

Ключевые слова: МКО, стандарты, фотометрические измерения, фитоблучение, светотехника.

С большим уважением и ответственностью, а также с не меньшим удовольствием я принял на себя руководство Международной комиссией по освещению, выдающейся и авторитетной организацией, основанной в 1913 году светотехническими обществами нескольких стран.

В последние годы светотехническая отрасль переживает бурный период. Технологические и структурные преобразования оказывают непосредственное влияние на работу МКО. Светодиоды массово заменяют традиционные источники света. В соответствии с этим обстоятельством, МКО адаптировала многие свои директивы и рекомендации. Вот некоторые примеры:

– CIE S025:2015 [1] Метод испытаний светодиодных ламп, светодиодных светильников и светодиодных модулей: это первый согласованный международный стандарт, описывающий правила измерения светодиодных источников света. Этот стандарт также включает в себя рекомендации относительно неопределённостей (погрешностей), которые ещё не в полной

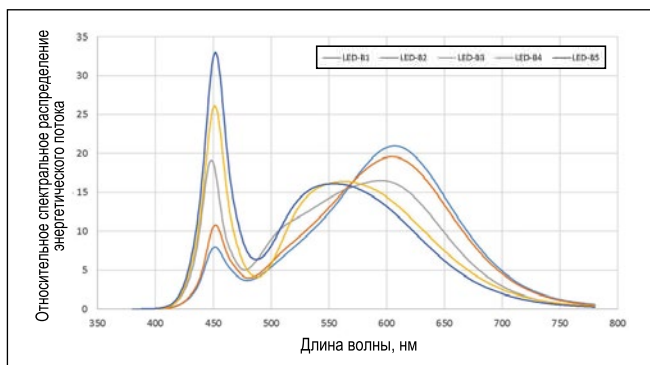
мере установлены в отрасли. Исходя из этого, МКО предложила провести несколько обучающих тренингов, в том числе очень успешное мероприятие, прошедшее в Москве, которое было организовано в сотрудничестве с ВНИСИ им. Вавилова в ноябре 2018 года. Кроме того, недавно было опубликовано дополнение, касающееся органических светодиодов (OLED) [2].

– CIE 015:2018 Колориметрия, 4 издание [3]: Настоящий документ содержит основные рекомендации МКО, касающиеся цветовых измерений. В частности, он включает рекомендации по использованию стандартных колориметрических наблюдателей и стандартных излучателей, описание эталона для измерения характеристик отражения, координаты цветности, координаты цветового пространства и цветовых различий, а также другие методы измерений и расчётов в колориметрии. В последнем издании этого документа представлены новые стандартные излучатели для различных типов светодиодов (рис. 1). Кроме того, в него включены новые данные о функциях сложения трехкомпонентного колбочкового зрительного анализатора на основе CIE 170–1 [4] и CIE 170–2 [5].

– CIE 232:2019 Дискомфорт, вызванный бликами от светильников с неравномерной яркостью [6]: использование светодиодов позволяет проектировать и реализовывать эстетически красивые, но технически сложные светильники. Среди всего прочего, светораспределение, спектральный состав, а также светящиеся поверхности могут варьироваться в широком диапазоне, ограничиваясь практически только желанием производителя. Однако, если это сделано неправильно, возникают яркие пятна и блики, вызывающие зрительный дискомфорт. В докладе CIE 232 впервые даётся рекомендация о том, как оценить яркость неравномерно освещённых поверхностей. Этап оценки блескости источника света неравномерной яркости показан на рис. 2.

Технологическая революция в области светотехники и освещения была первоначально вызвана повышением световой отдачи источников света. Однако поскольку по физическим причинам световая отдача не может быть увеличена бесконечно, важным способом повышения энергоэффек-

Рис. 1. Относительное спектральное распределение энергетического потока стандартных светодиодных излучателей по стандарту CIE 15:2018 [3]



тивности является интеллектуальное управление системами освещения. Оно включает в себя регулирование потока источников света, а также наличие интеллектуальных датчиков. В этом взаимосвязанном мире для МКО важно чётко позиционировать себя и решать такие вопросы, как динамическое или управляемое освещение, для чего МКО создала новый технический комитет TC4–62 Адаптированное Дорожное Освещение. Задача этого комитета состоит в том, чтобы анализировать потребности, вырабатывать рекомендации, развивать методологию и способствовать применению адаптивного дорожного освещения.

Светотехническая отрасль ввела термин «*Human Centric Lighting*» для описания незрительного воздействия света на человека, вызванного или поддерживаемого фоточувствительными ганглиозными клетками сетчатки (*iPRGC*). Лично я предпочитаю термин «интеграционное освещение», который используется в МКО и ИСО (*ISO*). Он представляет многогранность воздействия света и освещения, а именно сочетание зрительных и незрительных эффектов для получения физиологической и/или психологической пользы для человека. С введением в действие Международного стандарта *CIE S026:2018* МКО «Система метрологии оптического излучения для реакции на свет под влиянием *ipRGC*» [7] МКО создала важную основу для использования разными заинтересованными сторонами одних и тех же терминов и параметров. Теперь речь идёт о принятии этих параметров в исследовательском сообществе и, таким образом, о получении результатов, которые могут быть использованы на благо человека. В качестве важного инструмента я отмечаю исследовательскую стратегию МКО, которая использует перспективный подход к основным темам в нашей области.

Но тема света не заканчивается интеграционным освещением для человека. Оптическое излучение используется также для освещения растений или дезинфекции. Помимо грамотного использования оптического излучения, речь также идёт о минимизации негативных эффектов, например, светового загрязнения или фотобиологического повреждения.

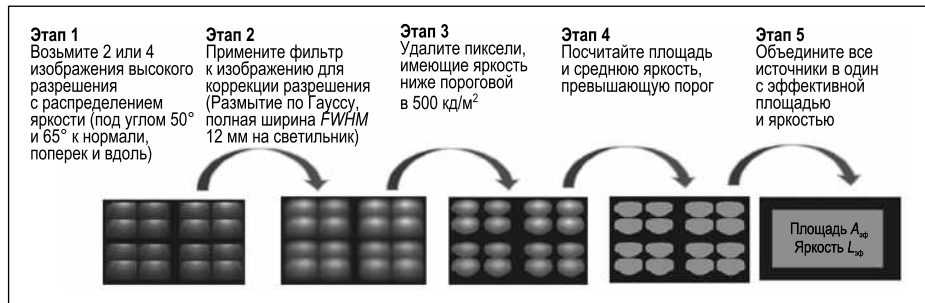


Рис. 2. Этапы измерения и обработки изображений, необходимые для получения эффективной проекционной области и эффективной яркости, используемой для прогнозирования блеска неоднородного источника света в соответствии с *CIE 232:2019* [6] (© *CIE*)

С большим удовольствием я принял к сведению инициативу Российского Национального Комитета МКО по содействию стандартизации в области фитооблучения. В связи с этим МКО в настоящий момент работает над организацией нового Совместного Технического Комитета, и я надеюсь, что многие российские эксперты смогут принять участие в этой важной деятельности и внести свой вклад. Я очень хорошо помню первую Международную научно-техническую конференцию по освещению теплиц, успешно организованную и проведённую в сентябре 2019 года в Москве.

Пандемия коронавируса оказала влияние и на деятельность МКО в этом году, и послужила серьёзным поводом к публикации заявления о позиции МКО по использованию ультрафиолетового (УФ) излучения для снижения риска передачи *COVID-19*. Использование бактерицидного УФ-излучения является серьёзным вмешательством в окружающую среду, которое может уменьшить распространение вируса контактным способом, а также передачу различных вирусных и бактериальных инфекций воздушным путём. Тем не менее, бактерицидное УФ-излучение должно применяться с учётом дозы и с соблюдением необходимых мер безопасности. Неправильное применение бактерицидного излучения может негативно отразиться на здоровье и повлиять на безопасность человека или привести к недостаточной дезактивации инфекционных агентов. В этой связи применение бактерицидных излучателей в домашних условиях не рекомендуется, и их также никогда не следует использовать для дезинфекции кожи, за исключением случаев, когда это клинически оправдано. При содействии различных национальных комитетов заявление с изложением пози-

ции МКО по этому вопросу было переведено на многие языки, включая русский. Кроме того, МКО выпустила две публикации в открытом доступе (*CIE 187:2010 UV-C* «Риск возникновения фотокарциногенеза (рака кожи) в результате воздействия бактерицидных ламп» [8] и *CIE 155:2003* «Ультрафиолетовая дезинфекция воздуха» [9]) для поддержки международного сообщества в борьбе с вирусом. Оба издания также были переведены на русский язык.

МКО – это не только глобальная организация, занимающаяся наукой и технологиями света и освещения. Она также является организацией по стандартизации с момента основания. Международно признанные стандарты создаются благодаря сотрудничеству экспертов из различных национальных комитетов. МКО была первой и по-прежнему является одной из немногих организаций, разрабатывающих стандарты, признанные Международной организацией по стандартизации (ИСО). Сотрудничество с ИСО, в частности с ИСО TC274 «Свет и освещение», определяется в *PSOD*, который был возобновлён в прошлом году. МКО отвечает за мировую стандартизацию фундаментальных основ, включая метрологию и словарь, в то время как *ISO TC274* фокусируется на стандартизации в области применения. Кроме того, МКО также тесно сотрудничает с Международным Электротехническим Комитетом (МЭК), в частности с МЭК ТК 34 и МЭК ТК 76. Работа комитетов МЭК по стандартизации сосредоточена на безопасности товаров и производительности. Примером успешного сотрудничества с МЭК является важный стандарт безопасности ламп и светильников *IEC 62471/CIE S009* [10], который был разработан в МКО и затем опубликован в качестве стан-

дарт с двойным логотипом. Эксперты также совместно работают над пересмотром Международного светотехнического словаря [11], последнее издание которого будет опубликовано в ближайшее время и полностью согласовано с IEC 60050–845 (Международный электротехнический словарь) [12]. Это очень важная работа, потому что для устранения двусмысленностей и неопределённостей необходимо общее понимание смысла слов. Поэтому важно, чтобы эта всеобъемлющая работа была переведена на как можно большее число языков. Важную роль в этом отношении играют также национальные комитеты МКО. Однако язык не является чем-то статичным, он постоянно развивается, особенно по мере исследования новых областей. Самым последним примером является направление фитооблучения, работа над которым ведётся совместно с МЭК ТК 34.

МКО также имеет соглашение с Международным комитетом мер и весов (МКМВ), в котором признаются соответствующие компетенции. В частности, МКО признаёт роль МКМВ в отношении определения единиц (системы СИ), тогда как МКМВ признаёт, что МКО отвечает за определение величин и спектров действия в области фотометрии, фотобиологии и фотохимии. В связи с этим МКО внесла большой вклад в подготовку девятого издания Брошюры СИ, в частности приложения 3 о фотобиологических и фотохимических величинах [13]. В дополнение к этому 20 мая 2019 года была обновлена совместная публикация «Принцип, регулирующий фотометрию» [14, 15], в которой были отражены коренные изменения Международной системы единиц, концепция семи базовых единиц была заменена системой, которая основана на семи определяющих константах, включая константу для световой эффективности монохроматического излучения частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, K_{Cd} .

Область света и освещения становится все более междисциплинарной, поэтому МКО создала возможность горизонтальных (совместных) Технических комитетов (JTC). В последнее время число СТК значительно возросло. Управление этой структурой сопряжено с определёнными трудностями, и, возможно, для этого потребуются внести изменения в Про-

цессуальный кодекс. Эффективное взаимодействие между различными отделами имеет важное значение не только в МКО, но и в национальных комитетах. И вновь важное значение имеет эффективное взаимодействие между всеми заинтересованными экспертами. В этом контексте я хотел бы отметить недавно созданный Совместный Технический Комитет JTC18 «Светотехническое образование». Как мы все знаем, освещение переживает исторические технологические изменения. Поэтому очень важно, чтобы эти всеобъемлющие изменения также учитывались при подготовке и обучении новых специалистов в этой области. Цель нового СТК заключается в пересмотре и обновлении устаревшего технического доклада CIE 99:1989 «Светотехническое образование (1983–1989)» [16] и вынесении рекомендаций по учебным программам для высшего образования и повышения квалификации. Комитет предложит рекомендации по обучению специалистов в области освещения, а также варианты улучшения и поддержки непрерывного образования на протяжении всей профессиональной деятельности светотехников.

Однако мы не должны забывать и о прогрессе в традиционно сложившихся областях МКО. Нынешние колориметрические концепции основаны на исследованиях, которые были проведены почти сто лет назад. Фактически, на своей восьмой сессии в 1931 году МКО определила стандартные излучатели, функции сложения стандартного колориметрического наблюдателя и стандартные диаграммы цветности. С тех пор исследования в области цветного зрения достигли огромного прогресса. Цветовое ощущение возникает в результате физиологических процессов, первый из которых – поглощение фотонов колбочками сетчатки. Для точного определения цветового стимула от заданного спектрального распределения энергетического потока должны быть точно известны функции чувствительности колбочек. Часть 1 CIE 170 предоставляет научному сообществу фундаментальные основы, которые представляют собой относительные спектральные чувствительности различных типов колбочек – чувствительных к длинноволновому (LWS), средневолновому (MWS) и коротковолновому излучению (SWS), измерен-

ные при попадании излучения в глаз. Часть 2 CIE 170 предоставляет пользователю практически колориметрические инструменты в виде диаграмм цветности. Она включает в себя связь между колориметрией и физиологией. Начиная с функций спектральной эффективности колбочек, стало возможно переопределение новых цветовых пространств включая трехкомпонентное пространство LMS МакЛеода – Бойнтонна. При этом, поскольку модель основана на физиологии, можно рассчитать реакцию для «нестандартных» наблюдателей, то есть для разного возраста, с различными размерами поля зрения и даже рассчитать новую, основанную на чувствительности колбочек, спектральную функцию световой эффективности $V(\lambda)$ или другие производные цветовые величины.

В области фотометрии в комитете TC2–90 обсуждается изменение стандартного спектра, используемого для калибровки фотометров, и замена лампы накаливания на стандартный светодиодный источник. Изменение эталонного спектра окажет огромное влияние на многие заинтересованные стороны, включая производителей осветительных приборов, измерительные лаборатории, национальные метрологические институты и простых пользователей. Поэтому предполагается предложить спектр светодиодов в дополнение к существующему стандартному излучателю типа A, и оба спектра будут использоваться для целей калибровки.

Повышенная активность наблюдается также в области описания и измерения характеристик внешнего вида поверхностей и материалов. Технический комитет TC 2–85 готовит рекомендацию по геометрическим параметрам для измерения функции распределения двунаправленного отражения (*Bidirectional Reflectance Distribution Function, BRDF*). Комитет TC 2–94 занимается вопросами измерения полного коэффициента пропускания, диффузного коэффициента пропускания и коэффициента пропускания в мутной среде. Совместный технический комитет JTC12 (D2/D1/D8) обсуждает проблемы измерения искристости и зернистости, и, наконец, совместный комитет JTC17 (D1/D2/D8) – вопросы измерения и восприятия блескости. Этот последний комитет подготовит основу для определения и стандартизации визу-

альных характеристик глянцевых поверхностей.

Наконец следует отметить, что в области доступности публикаций в предстоящие годы нужно быть готовым к некоторым проблемам. Призыв к открытому доступу усиливается и связанные с этим процедуры становятся все более жёсткими. Некоторые государственные научно-исследовательские учреждения просят, чтобы результаты исследований, финансируемые за счёт государственных средств, стали общедоступными. МКО делает шаг в этом направлении, обеспечивая свободный доступ к отдельным документам сессии МКО в Вашингтоне. Помимо открытого доступа к экспертным знаниям, сложной задачей, предоставляющей новые возможности для МКО, является оцифровка документов. Важно использовать новые формы цифровых продуктов, включая проверенные средства расчёта, приложения, базы данных, машиночитаемые документы и т.д. Цифровизацию продуктов, встреч и событий, очевидно, стимулирует нынешняя чрезвычайная ситуация, вызванная пандемией коронавируса.

МКО является не только международным форумом для обсуждения всех вопросов, касающихся науки, технологии и искусства света и освещения, но и не стоит забывать, что прежде всего это зонтичная организация национальных ассоциаций в области света и освещения. МКО – поразительная организация. Она базируется на большом разнообразии специалистов, входящих в неё, и их опыте. Я с нетерпением жду продолжения работы со всеми экспертами, живущими и работающими по всему миру, и надеюсь лично встретиться со многими коллегами в период моего пребывания на посту Председателя МКО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CIE S025:2015 Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules, Vienna, 2015.
2. CIE S025-SP1:2019 Test Method for OLED Luminaires and OLED Light Sources, DOI: 10.25039/S025-SP1.2019, Vienna, 2019.
3. CIE 015:2018 Colorimetry, 4th Edition, ISBN: 978–3–902842–13–8, DOI: 10.25039/TR.015.2018, Vienna, 2018.
4. CIE 170–1: 2006 Fundamental chromaticity diagram with physiological axes – Part 1, ISBN: 978 3901906 46 6, Vienna 2006.
5. CIE 170–2:2015 Fundamental Chromaticity Diagram with Physiological Axes – Part

2: Spectral Luminance Efficiency Functions and Chromaticity Diagrams, ISBN: 978–3–902842–05–3, Vienna, 2015.

6. CIE 232:2019 Discomfort Caused by Glare from Luminaires with a Non-Uniform Source Luminance, ISBN: 978–3–902842–15–2 DOI: 10.25039/TR.232.2019, Vienna 2019.

7. CIE S026:2018 CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC–Influenced Responses to Light, DOI: 10.25039/S026.2018, Vienna, 2018.

8. CIE 187:2010 UV–C Photocarcinogenesis Risks from Germicidal Lamps, ISBN: 978 3901906 81 7, Vienna 2010.

9. CIE 155:2003 Ultraviolet Air Disinfection [8], ISBN: 978 3901906 25 1, Vienna 2003.

10. IEC 62471:2006/CIE S009:2002 Photobiological safety of lamps and lamp systems., Geneva 2006.

11. CIE S017/E:2011 International Lighting Vocabulary (ILV), also available at <http://cilv.cie.co.at/>, Vienna 2011.

12. IEC 60050–845: 1987 (the International Electrotechnical Vocabulary, IECV), Geneva, 1987. Also available at <http://www.electropedia.org>

13. BIPM, 9th edition SI-Broschure, ISBN978–92–822–2272–0, Sèvres, 2019. Also available at <https://www.bipm.org/en/publications/si-broschure/>

14. BIPM/CIE, «Principle Governing Photometry» Rapport BIPM-2019/05, Sèvres, 2019.

15. CIE 018:2019 The Basis of Physical Photometry, 3rd Edition ISBN978–3–902842–24–4, DOI: 10.25039/TR.018.2019, Vienna 2019.

16. CIE 99:1989 Lighting education (1983–1989), ISBN: 978 3900734 36 7, Vienna 1989.



Пупер Блаттнер
(Peter Blattner), Ph. D.
В 1992 г. окончил, а в 1998 г. получил степень Ph. D. в области физики в Университете Невшателя, Швейцария. С 2000 г. возглавляет Лабораторию оптики

Швейцарского Федерального Института Метрологии, с 2019 г. – президент Международной комиссии по освещению. Член и консультант целого ряда международных и европейских организаций, автор более 80 публикаций и 20 докладов, правообладатель 2 патентов на изобретения

От редакции

Редакция журнала «Светотехника / Light & Engineering» горячо приветствует члена своей редакционной коллегии д-ра Блаттнера, действующего Президента МКО с 2019 года, и надеется на плодотворное сотрудничество МКО с российским изданием, а также с Российским национальным комитетом МКО.

Гибкие солнечные элементы с рекордным КПД напечатали на принтере

Значимого прогресса в создании нового поколения многофункциональных, гибких и лёгких солнечных элементов (СЭ) добились учёные из Саудовской Аравии. Они разработали полимерные чернила и метод печати с рекордным для этого класса фотоэлементов КПД. Их можно будет использовать для питания носимой электроники, в частности, медицинских сенсоров.

До сих пор сверхтонкие органические СЭ производились методами центрифугирования или термального напыления, но эти технологии не масштабируются и ограничивают геометрию фотоэлементов. В качестве электрода эти методы используют прозрачный и проводящий, но хрупкий и жёсткий материал оксид индия-олова.

Команда инженеров из Научно-технологического университета им. короля Абдаллы разработала чернила для печати СЭ – прозрачных, гибких и проводящих.

За основу они взяли полимер полистиролсульфонат. Между слоями электродов находится органический фотогальванический материал. Всё устройство целиком можно покрыть париленом, гибким, водосталкивающим и биосовместимым материалом.

Хотя струйная печать – очень дорогая и удобный для масштабирования метод производства, разработка функциональных чернил оказалась непростым делом. Следовало преодолеть межмолекулярные силы между картриджем и чернилами, чтобы получать очень мелкие капли из крошечного сопла. Также важную роль играют растворители, поскольку процесс высыхания влияет на качество плёнки.

После оптимизации состава чернил для каждого слоя учёные напечатали СЭ на стекло, чтобы проверить их производительность. И добились КПД в 4,73 %, побив предыдущий рекорд для полностью напечатанных фотоэлементов (4,1 %). Также впервые была достигнута возможность печати на сверхтонкой гибкой подложке с КПД в 3,6 %.

nanonewsnet.ru/
30.08.2020