

Проектирование и качество спортивного освещения

В.Н. СТЕПАНОВ

E-mail: stepanov.vns53@yandex.ru

Аннотация

Рассмотрены проблемы проектирования искусственного освещения спортивных сооружений. Основное внимание уделено нормативной базе и инструментам светотехнического проектирования – компьютерным программам моделирования и расчёта характеристик освещения.

Ключевые слова: проектирование, качество, спортивное освещение, нормативные документы, инструменты проектирования, программы.

Нынешняя ситуация с проектированием спортивного (и не только) освещения в нашей стране сложилась под влиянием ряда объективных внешних факторов. Во-первых, в связи с пресловутой перестройкой экономической системы отраслевая структура экономики была разрушена, и, как следствие, перестали (практически) существовать образующие её элементы: крупные промышленные предприятия, отраслевые научно-исследовательские и проектные институты. На смену им пришли мелкие частные компании и торговые представительства иностранных светотехнических компаний-производителей. Во-вторых, произошла «светодиодная революция», оставившая не у дел электротехнических «гигантов», определявших лицо светотехники в XX веке (*General Electric, Osram, Philips*), на смену которым пришла «армия» новых, динамично развивающихся, активных, часто беспринципных компаний, имеющих корни в электронной полупроводниковой промышленности. Государство, регулируя хозяйственную деятельность, через федеральный закон № 44-ФЗ, о госзакупках, ввело в обиход тендеры, что отразилось на приоритетах, влияющих на принятие технических решений. В таких условиях главной целью деятельности светотехнических компаний служит получение прибыли за счёт продаж продуктов и услуг, а проектирование освещения превратилось в одно

из средств достижения этой цели, причём главным приоритетом в проектировании стало стремление к минимизации первоначальных капитальных затрат, иными словами, к минимизации объёма оборудования. Такое положение породило миф о том, что сам продукт производства той или иной компании (источник света, прожектор и т.п.), способен решать все проблемы освещения, возникающие у клиентов. Проектирование же освещения превратилось в бесплатный сервис, предназначенный для облегчения продаж «продукта». Образно говоря, «телега была поставлена впереди лошади».

На самом же деле качество продукта, т.е. высокие технические характеристики осветительного оборудования, – необходимое, но далеко не достаточное условие получения хорошего освещения. Для получения высококачественного освещения, в том числе спортивного, необходимо и достаточно качество его проектирования.

А от чего зависит качество проектирования спортивного освещения? В первую очередь от приоритетов, которыми руководствуется инженер-проектировщик. При этом в проектировании высшим приоритетом должно быть достижение качества освещения. Но сколько людей, столько и «пониманий» качества. Подавляющее большинство убеждено, что достаточно выполнить все предписания стандартов и указания «вышестоящих органов» и качество будет обеспечено. Но это заблуждение. Слепое выполнение предписаний подобно «итальянской забастовке», когда все требования выполнены, а результат отрицателен. Яркой иллюстрацией этого может служить ситуация с освещением тренировочных полей для команд, участвующих в финальной стадии чемпионата мира по футболу 2018 года. Как это уже неоднократно случалось, неправильно переведённый и превращённый в документ Оргкомитета, предписывающий обеспечить на игровом поле в любой его точке освещённость

не менее 500 лк. И всё – больше никаких пояснений и требований. В итоге исполнители стали приспособляться часто устаревшие и негодные мачтовые системы освещения, ориентируясь только на выполнение этого требования, нисколько не интересуясь и не принимая во внимание, какие же условия освещения нужно создавать для тренировочных занятий и игр футболистов. Практически все принципы правильного освещения для большей части тренировочных футбольных полей были нарушены. Никто даже не удосужился ознакомиться с опытом спортивного освещения, накопленным в нашей стране и изложенным в публикациях такого признанного авторитета, как В.М. Царьков (см., напр., [1]). В частности, никто не задумывался об обеспечении видимости игроков и мяча на поле, о средствах обеспечения равных условий видимости для всех игроков, тренеров, судей и зрителей, моделирующем эффекте освещения, тенях и ограничении уровня ослепления.

Современное понимание качества освещения и того, какими средствами оно достигается, изложено в сжатой и одновременно достаточно полной мере в евростандартах по искусственному освещению (внутреннему и наружному) [2, 3]. Там, в частности, сказано, что для достижения освещения высокого качества необходимо обеспечить условия для высокой зрительной работоспособности, обеспечить зрительный комфорт и создать адекватную видимую «атмосферу».

Высокая зрительная работоспособность достигается выполнением предписаний по уровням освещённости на рабочих поверхностях и ограничению слепящего действия источников света. Для зрительного комфорта необходимы гармоничность распределения яркости (светлоты) в поле зрения и адекватность цветопередачи излучения. Видимая «атмосфера» формируется правильным моделированием трёхмерных объектов, выбором цветности излучения (цветовой температуры ОП) и обеспечением правильного направления распространения света.

Внутренние проблемы проектирования спортивного освещения

Повторим ещё раз: проектируя систему спортивного освещения, инже-

нер «опирается» на специализированную нормативную базу, прежде всего на: соответствующие стандарты, в которых зафиксирован технический уровень, достигнутый в данной области; адекватное понимание поставленной задачи и методов её решения; владение имеющимися в его распоряжении инструментами проектирования (в нашем случае прикладными компьютерными программами).

Стандарты и технические рекомендации

Для людей, пришедших в светотехнику из других сфер деятельности, первое препятствие на их новом пути состоит в низком качестве нормативных документов на родном (русском) языке. В отсутствие современных учебников и справочников¹ основным документом, своего рода «библией» любого инженера, имеющего отношение к проектированию освещения, является СП [4]. Именно в этом документе даны определения основных светотехнических терминов, изложены принципы нормирования, регламентированы нормируемые характеристики и факторы, которые необходимо учитывать при проектировании. Именно на его основе затем возникают отраслевые и специализированные нормы и рекомендации. К сожалению, понять этот документ могут лишь «посвящённые»: те, кто знаком с историей развития советской и постсоветской российской светотехники. Несколько десятилетий разработчики этого стандарта отстаивали ряд сомнительных достижений нашей теоретической светотехники и переносили из одного издания в другое такие доморощенные показатели, как «блёскость», «коэффициент ослеплённости» и «показатель ослеплённости», «показатель дискомфорта (МЭИ)», а также концепцию нормирования минимальной освещённости на рабочей поверхности. В нынешней, актуализированной редакции документа от названных выше характеристик отказались [4] и ввели те, которые фигурируют в евростандартах. Но, оказалось, что те, да не те!

Дело в том, например, что для оценки слепящего действия прожекторных спортивных и иных ОУ в международ-

ной практике уже несколько десятилетий используют такой показатель, как «glare rating, G_R » – «оценка (ранг, рейтинг) ослеплённости». Введён он и в наш СП [4]: «3.34 коэффициент слепящей блескости R_G – коэффициент, характеризующий прямую слепящую блёскость светильников в осветительной установке в местах производства работ вне здания, вычисляемый по формуле ...» (приводится формула, заимствованная из евростандарта [2]). Но это определение неадекватно оригиналу. Во-первых, «коэффициент» подразумевает какое-то постоянное число, а не переменное. Во-вторых, совершенно не оправдано ограниченные области применения этого параметра «областью вне здания...». А самое главное – это искажение смысла, присущего понятию «glare» в первоисточниках. Так, согласно справочнику Североамериканского светотехнического общества (ССО), *IESNA Lighting Handbook*, и евростандарту [2], «glare» – это «ощущение, вызванное яркостями в поле зрения, которые по своему уровню значительно выше яркости, к которой адаптированы глаза; это ощущение, которое проявляется в раздражении, дискомфорте или потере зрительной работоспособности и видимости».

В нашей же стране было введено (в конце 1930-х) и использовалось другое определение этого термина [5]: «Блёскость (glare) – свойство световых приборов или светящихся поверхностей при неблагоприятном соотношении между их яркостью, силой света и яркостью окружающего пространства нарушать условия комфортного зрения или ухудшать контрастную чувствительность, или оказывать одновременно оба эти дей-

ствия». Далее, в примечании к этому определению, указано, что в русском языке «блёскость» (как и производные термины «прямая блёскость», «периферическая блёскость», «отражённая блёскость», «дискомфортная блёскость», «слепящая блёскость») относится к свойству источников света и других светящихся поверхностей, а не к условиям видения, ухудшенным вследствие наличия в поле зрения неблагоприятно распределённых яркостей. Такое определение вполне соответствует материалистическому подходу, который был характерен для советского времени, что отчасти объясняет и оправдывает существование этого определения. Но факт остаётся фактом: смысл термина искажён, что в дальнейшем дало свои «плоды». Неправильное понимание явления неизбежно приводит к ошибочным проектным решениям.

Аналогичные замечания можно отнести к определению термина «UGR» (*unified glare rating*): «3.44 объединённый показатель дискомфорта UGR, относительные единицы: критерий оценки дискомфорта блёскости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения...». Если следовать логике определений, приведённых выше, то это показатель свойства источников света и светильников создавать зрительный дискомфорт при ещё одном дополнительном условии – «неравномерном распределении яркостей в поле зрения...».

Читателю будет особенно интересно узнать, что же понимается в СП [4] под «яркостью». Читаем: «3.112 яркость L , кд/м²: Отношение светового потока $d^2\Phi$, переносимого элементарным пучком лучей, проходящим через

Таблица № 1

Расчет средней мощности освещения

Среднее освещение E_{med} соответствует равномерному освещению по вертикали $E_{min}/E_{max} \geq 0,4$ и $E_{min}/E_{med} \geq 0,6$

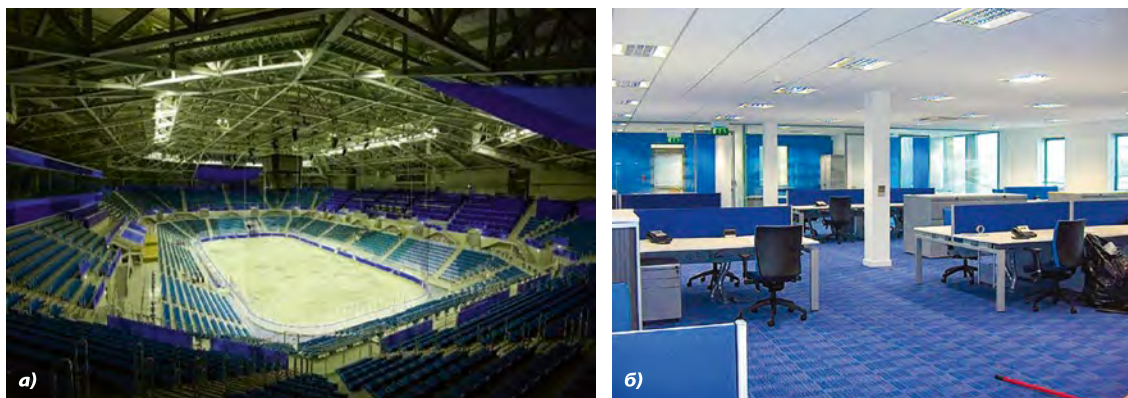
При расчете применяются нижеследующие сокращения:

| Символ или сокращение | Термин | Разъяснение |
|--|------------------------|---|
| E | Освещение | Количество света в люксах, попадающего (угол падения) на поверхность в определенной точке |
| E_v | Вертикальное освещение | Освещение по вертикали 1,5 м над уровнем поля (ориентация в направлении главной камеры) |
| E_{min}/E_{max} E_{min}/E_{med} | Равномерное освещение | Отчет, описывающий степень распределения равномерного освещения всей поверхности поля |
| L_x | Люкс | Единица выражения освещения. 1 lx = 1 lm/m ² |

Рис. 1. Фрагмент стандарта [6]

¹ Последнее издание «Справочной книги по светотехнике» (2006 г.) во многом устарело.

Рис. 2. Сравнение условий освещения в зале с ледовой площадкой (а) и в офисе (б)



заданную точку и распространяющимся в телесном угле $d\Omega$, содержащим заданное направление, к произведению площади проходящего через заданную точку сечения этого пучка dA , косинуса угла θ между нормалью к этому сечению и направлением пучка лучей и телесного угла $d\Omega$: $L = d^2\Phi / (dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega)$.

В связи с этим интересно бы знать, как пользоваться этим определением, проектируя освещение, и как представлять себе при этом понятия «габаритная яркость», «яркость адаптации», «яркость вуалирующей пелены» и т.п.

После документа, подготовленного дипломированными и «остепенёнными» специалистами-светотехниками, уже более снисходительно можно относиться к тому, что содержится в технических регламентах разных спортивных организаций (союзов, федераций и т.п.), которые из-за отсутствия российского стандарта по спортивному освещению вынуждены как-то сами формулировать требования к освещению спортивных сооружений: см., например, рис. 1².

Подобные примеры можно множить и множить, но мы ограничимся приведёнными выше. Читатель может и сам убедиться в «качестве» технических регламентов хоккейных лиг [7] и других подобных документов на русском языке. В результате ничего не остаётся, как прибегать к первоисточникам: евростандарту по спортивному освещению [8] и техническим рекомендациям международных спортивных федераций (ФИФА, УЕФА, ФИБА и др.), а также к справочным материалам, предлагаемым зарубежными производителями светотехнического оборудования.

Инструменты проектирования

Инженеры старшего поколения хорошо помнят, что в 1960–1970-х они ещё считали на логарифмической линейке. Затем пошло бурное развитие вычислительной техники и автоматизации проектирования. Часто разработкой математических моделей и программного обеспечения для решения задач, возникающих при проектировании технических объектов, занимались сами инженеры, занятые созданием этих объектов, что было характерной особенностью этого периода в нашей стране. Программы были узкоспециализированными и некоммерческими, но пользователи знали их возможности и ограничения. Вместе с исчезновением исследовательских отраслевых и проектных институтов практически исчезли и дипломированные проектировщики, и «самодельные» программы. Светотехническими расчётами как дополнительным «бесплатным сервисом» стали заниматься сотрудники компаний-производителей осветительного оборудования. А инструментами светотехнического проектирования стали мощные универсальные программы, созданные за рубежом либо отдельными крупными компаниями (*Philips*, *Siemens (Siteco)*, *Osram*, *Thorn*, *SBP*, и др.), либо институтами, финансируемыми «вкладчику» многими более мелкими компаниями. Результатом такого объединения ресурсов стали программы «*Dialux*» и «*Relux*» – основные на сегодня инструменты проектирования функционального освещения всех видов, в том числе, спортивного. Особняком здесь стоит программа «*Calculux Area*», разработанная компанией *Philips*, кото-

рая, по мнению многих специалистов, наиболее удобна для проектирования спортивного освещения. Но, к сожалению, по ряду причин работы по обновлению и совершенствованию этой программы прекращены.

В нашей стране сейчас доминирует программа «*Dialux*». Пользоваться ею учат студентов-светотехников (в НИУ «МЭИ») и слушателей всевозможных курсов по «светодизайну». В Интернете можно найти много учебных фильмов, помогающих освоить эту программу самостоятельно. Многие владеют «*Dialux*» виртуозно, но вместе с тем для них она во многом – вещь в себе. Они не знают, какие математические модели в неё заложены, по каким алгоритмам обрабатывается информация, какие методы аппроксимации используются, каковы погрешности вычисления тех или иных параметров и от чего они зависят.

Главное, что отличает «*Dialux*» от «*Calculux Area*» – это возможность оценки полной освещённости элементарной площадки с заданной контрольной точкой. Отражённая составляющая этой освещённости – результат многократных переотражений светового потока между разными поверхностями внутри помещения. Здесь открывается широкое поле для «манипуляций», когда основным поверхностям зала произвольно приписывают отражающие свойства, «помогающие» выходить на нужный результат.

Характерный пример – освещение залов с хоккейной ледовой площадкой. Нередки случаи, когда полу (льду), стенам (трибунам) и потолку (металлоконструкциям) приписывают коэффициенты отражения, соответственно, 0,2–0,7, 0,3–0,5 и 0,3–0,7. При этом ледовая арена уподобляется офисному помещению (рис. 2). В расчётах также принимают, что лёд отра-

² Хотя в этом примере практически нет ни одной правильной формулировки, смысл угадывается без труда... Только бы присвоить документу гриф «Для служебного пользования», чтоб не ударить лицом в грязь перед зарубежными коллегами.

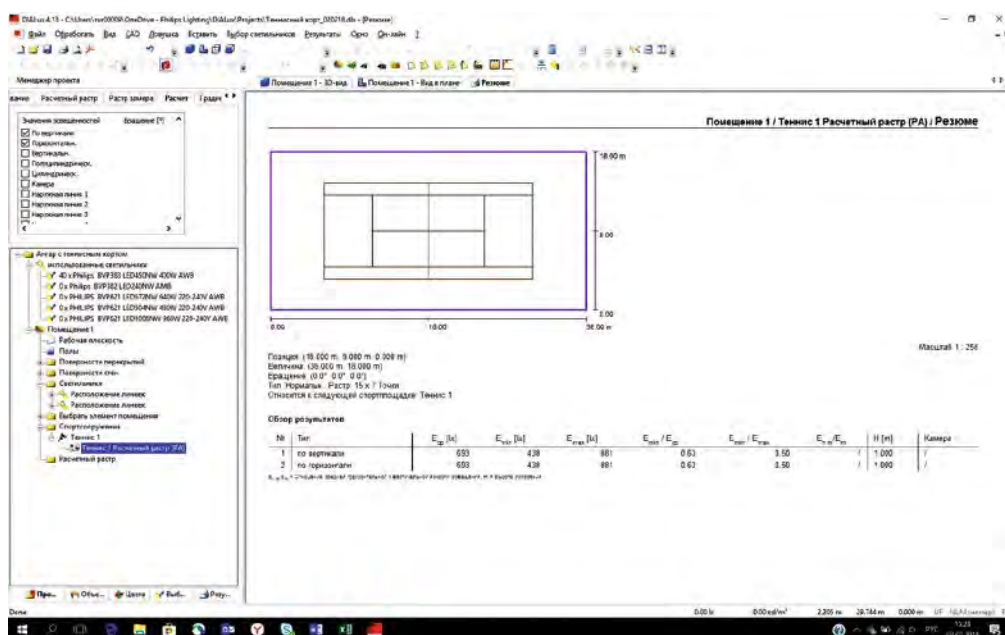


Рис. 3. Пример «окна» программы «Dialux»

жает диффузно, хотя ледовое покрытие современной хоккейной площадки сложно, многослойно, и потому имеет смешанный характер отражения. Реальные характеристики отражения ледовой поверхности никто не измерял, поэтому приписывать ей «воображаемые» отражающие свойства нельзя. Представляется, что правильной и честней было бы учитывать в расчётах только прямое излучение ОП.

Кроме того, и неадекватный перевод интерфейса также усложняет понимание самой программы и результатов её применения. Например, в программе есть расчёт под названием «по вертикали» (рис. 3). Точное назначение его выяснить не удалось, но «по умолчанию» он даёт результаты, эквивалентные тем, что и расчёт горизонтальной освещённости. Но самое удивительное, что нам известны несколько случаев, когда расчёт «по вертикали» выдавался за расчёт вертикальной освещённости, и техническое решение, основанное на таком «расчёте» в дальнейшем реализовывалось (и, конечно, заявленных значений вертикальной освещённости при этом не получалось).

В данной статье рассмотрены лишь некоторые аспекты самого первого этапа проектирования установок спортивного освещения – этапа светотехнического проектирования, на котором происходит осознание и понимание технического задания и требований действующих нормативных документов, осуществляется моделирование

объекта и выбор технических средств (источников света и ОП), определяется их количество, размещение и направленность действия. Последующие этапы: электрическая и конструктивная части проекта здесь не рассматривались, хотя они не менее важны для получения качественного результата.

Выводы и рекомендации

1. Существующая организация работ по проектированию установок искусственного спортивного освещения не только не способствует получению нужного результата: высококачественного освещения, а чаще, наоборот, приводит к бесполезной трате средств и материальных ресурсов. По мнению автора, необходимо разделить коммерческую и техническую стороны деятельности, по примеру того, как это делается при подготовке спортивных соревнований мирового масштаба: олимпийских игр и чемпионатов мира.

2. Назрела необходимость в организации профессионального светотехнического общества, которое взяло бы на себя функции по аттестации светотехников и аккредитации компаний, занимающихся светотехническим проектированием. Аналогом может служить постановка дела в нашей стране у профессиональных бухгалтеров и аудиторов или деятельность ССО (IESNA). Из среды этого общества следовало бы создавать экспертные рабочие группы, которые могли

бы брать на себя труд по приведению в порядок отраслевых нормативных документов, в том числе и по спортивному освещению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Царьков В.М. Освещение спортивных сооружений. – М.: Энергия, 1971.
2. EN12464–1: 2011 «Light and lighting. Lighting of workplaces. Part 1: Indoor workplaces».
3. EN12464–2: 2007 «Light and lighting. Lighting of workplaces. Part 2: Outdoor workplaces».
4. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23–05–95*.
5. Международный светотехнический словарь (International lighting vocabulary) / Публ. МКО (CIE) 1.1N17- (1970); рус. текст под общ. ред. д-ра техн. наук Д.Н. Лазарева. – 3 изд. – М.: Русский язык, 1979.
6. Стандарт РФС (СТО) «Футбольные стадионы». Москва, 2013.
7. Технический регламент КХЛ. Москва, 2017.
8. BS EN12193: 2007 «Light and lighting – Sports lighting».

