

# Некоторые вопросы проектирования освещения футбольных стадионов

В.Н. СТЕПАНОВ

E-mail: Stepanov.vns53@yandex.ru

*«Один пример стоит тысячи объяснений»*

*Уильям Глэдстоун*

## Аннотация

В статье рассмотрены рекомендации ФИФА и УЕФА, описывающие технический уровень систем освещения современных футбольных стадионов. Кратко охарактеризованы основные подходы к светотехническому проектированию прожекторных установок, отличающиеся приоритетами, на основе которых принимаются решения (в частности, качество освещения или энергоэффективность осветительной установки).

**Ключевые слова:** спортивное прожекторное освещение, оптимизация, качество освещения.

## 1. Введение

Освещение игрового поля футбольного стадиона – непростая задача. Её сложность заключается, с одной стороны, в том, что надо создать наилучшие (чаще, приемлемые) условия для деятельности и зрительного восприятия нескольких очень разных групп людей: спортсменов, тренеров и судей, зрителей на трибунах, зрителей у телевизоров, журналистов и телекомментаторов, и, с другой стороны, в том, что приходится иметь дело с большим количеством прожекторов, которые нужно разместить и направить, и сделать это оптимальным образом.

В терминах теории проектирования всё это сводится к решению задачи оптимизации с комплексной (многокритериальной) целевой функцией и многочисленными ограничениями на факторы, которые влияют на те или иные критерии. Решать эту задачу в полном объёме математическими методами не пытался никто и никогда. Были лишь отдельные более-менее удачные попытки решения частных задач [1].

Например, А.И. Митин [2] в своё время предложил алгоритм оптимизации параметров ориентации про-

жекторов в 4-мачтовой системе освещения, а специалисты ведущих зарубежных светотехнических компаний нашли способ повышения эффективности спортивных прожекторных установок за счёт использования прожекторов с разными по ширине и интенсивности световыми пучками.

На протяжении нескольких десятилетий задача освещения футбольных полей решалась эмпирически, методом проб и ошибок. Это позволило выработать набор критериев, определяющих качество спортивного освещения, и найти диапазоны значений соответствующих параметров, иными словами, определить ограничения, накладываемые на параметры целевой функции оптимизации, и, тем самым, создать предпосылки для нахождения оптимального решения.

Достигнутый на данный момент технический уровень освещения футбольных стадионов описан в документах двух международных спортивных организаций: ФИФА и УЕФА. Деятельность ФИФА заключается в популяризации футбола на всей планете и в организации международных соревнований самого высокого уровня, таких как Кубки Мира по футболу на травяных и песчаных (пляжных) полях, в залах, среди мужских и женских команд, и для игроков разного возраста. УЕФА – региональная европейская ассоциация, которая организует соревнования разного уровня между сборными и клубными командами в границах Европы. И хотя в целом документы, политики и деятельности этих двух организаций согласованы и непротиворечивы, они всё же отличаются как в деталях, так и в приоритетах.

В части, касающейся искусственного освещения, в рекомендациях ФИФА приоритет отдаётся телевидению, т.е. созданию оптимальных условий для работы телевещателей

[3]. Объясняется это тем, что главным продуктом, за счёт продажи которого существует эта организация, является телевизионная «картинка», и от качества этой «картинки» зависит её стоимость. А в рекомендациях УЕФА, по крайней мере, декларативно, на первое место ставятся интересы игроков на поле и зрителей на стадионе, и исходя из этого формулируются требования к искусственному освещению [4].

## 2. Обзор документа ФИФА [3]

### 2.1. Классификация стадионов и систем освещения

Следует отметить, что широко распространённая в нашей стране 4-мачтовая система прожекторного освещения признана устаревшей и далее неприемлемой для освещения стадионов, где предполагают проводить телевизионные трансляции матчей. ФИФА предлагает классификацию соревнований и соответствующих систем искусственного освещения, которая приведена в табл. 1.

### 2.2. Высота установки прожекторов на стадионах, предназначенных для проведения соревнований классов IV и V

Уровень комфорта находящихся на стадионе игроков, судей и зрителей во многом зависит от того, насколько ограничено слепящее действие осветительной установки. Определяющим фактором здесь является угловая высота положения прожекторов.

При установке прожекторов сбоку от игрового поля предложено, чтобы наблюдатель, находящийся на продольной оси поля (иными словами, в центре поля), мог видеть самые нижние прожекторы под углом не менее чем  $25^{\circ}$  по отношению к горизонту (рис. 1).

Вместе с тем, экономически целесообразно размещать прожекторы в угловой зоне, превышающей  $45^{\circ}$  (при тех же условиях наблюдения), так как это приводит к удорожанию конструкций стадиона.

**Данная «норма» представляется спорной и даже ошибочной. Если стадион будет спроектирован с учётом этой рекомендации, то система освещения для телеви-**

Классификация соревнований и стадионов для их проведения

Класс V	Международные матчи с международными телевизионными трансляциями	Бестеневое освещение футбольного поля
Класс IV	Игры национальных чемпионатов с телевизионными трансляциями по национальному телевидению	Бестеневое освещение футбольного поля
Класс III	Игры национальных чемпионатов без телевизионных трансляций	Для освещения игрового поля необходимо использовать минимум 8 мачт
Класс II	Соревнования низших лиг и клубные матчи без телевизионных трансляций	Для освещения игрового поля необходимо использовать минимум 6 мачт (рекомендация)
Класс I	Тренировки и оздоровительные занятия без телевизионных трансляций	Для освещения игрового поля необходимо использовать минимум 4 мачты (рекомендация)

зионных трансляций будет неминуемо создавать чрезмерное слепящее действие для игроков на поле и зрителей на трибунах из-за того, что часть прожекторов будет направлена на противоположную по отношению к месту их установки половину поля, а их оптические оси будут отклонены от вертикали (направления надира) на углы, близкие к или превышающие  $70^\circ$ .

В предыдущей версии рекомендаций ФИФА 2002 года [5] были иные (более правильные, на наш взгляд) рекомендации по размещению прожекторов по отношению к игровому полю (рис. 2), а то, что оптические оси прожекторов нельзя отклонять от вертикали на угол, превышающий  $70^\circ$ , является общепризнанной рекомендацией, которая основана на многолетнем опыте и содержится во всех известных нормативных документах, ФИФА и УЕФА в том числе (например, [2, 3]).

Выполнение этих требований стимулирует строительство специализированных футбольных стадионов, на которых трибуны максимально приближены к игровому полю, а не «универсальных» стадионов с легкоатлетическим треком.

### 2.3. Положения телевизионных камер, которые необходимо принимать во внимание при проектировании системы освещения

При современной телевизионной съёмке футбольного матча используют большое количество телекамер, расположенных в разных местах стадиона. Если положения телекамер содержатся в исходных данных для проектирования системы освещения, то необходимо выполнять расчёты вер-

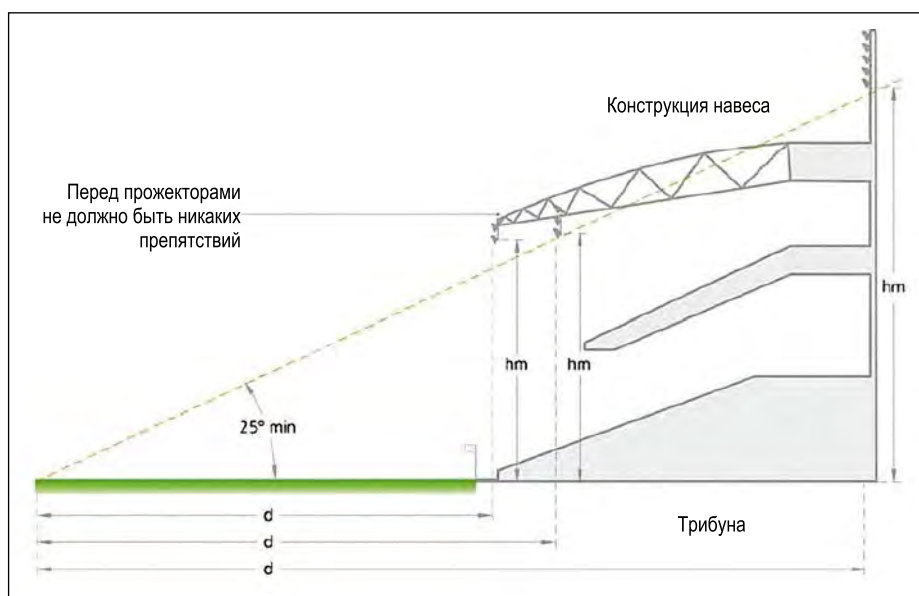


Рис. 1. Рекомендации по высоте размещения прожекторов [3]

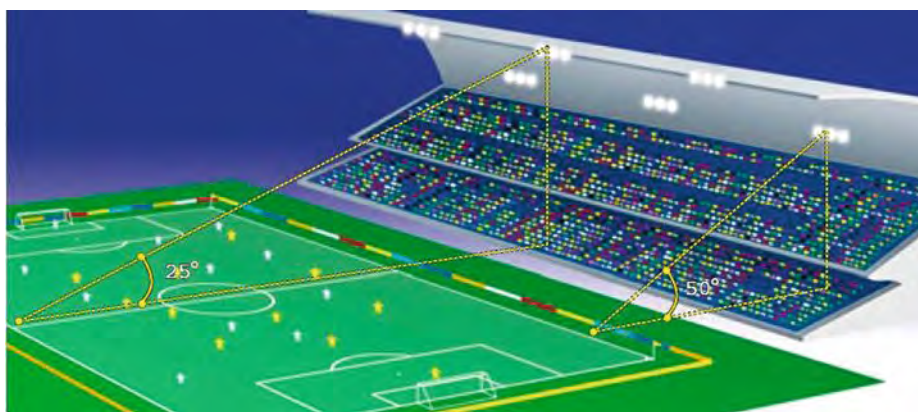


Рис. 2. Рекомендации по высоте размещения прожекторов [5]

тикальной освещённости в поле зрения каждой телекамеры. Если же точные координаты телекамер неизвестны, то расчёты следует производить для типового размещения телекамер, показанного на рис. 3.

Система освещения игрового поля должна быть осесимметричной

и обеспечивать условия для работы телекамер, установленных как за боковой линией поля, так и за линией ворот. Должны быть обеспечены такие условия освещения, чтобы при добавлении новых телекамер качество передаваемого ими изображения было бы безупречным.

Таблица 2

Предельные значения коэффициента вариации и градиента изменения освещённости

	Игры с телетрансляциями	Игры без телетрансляций
$CV$	$\leq 0,13-0,15$	$\leq 0,3-0,4$
$UG$	1,5–2	2–2,5

Рис. 3. Стандартное размещение телевизионных камер [3]

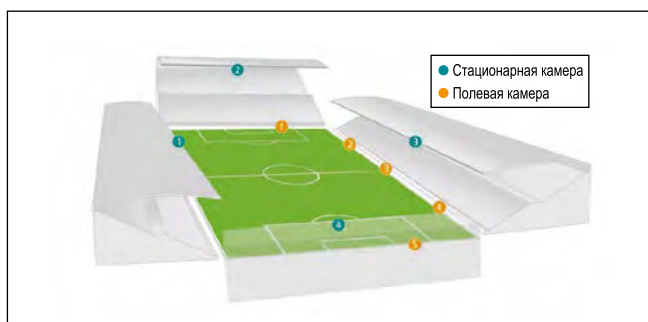


Рис. 4. Зоны, свободные от размещения прожекторов [3]



## 2.4. Ограничения на размещение прожекторов

Одной из мер, направленных на устранение помех для игроков на поле, является регламентация зон, где нельзя размещать прожекторы – это зоны выполнения угловых ударов и зоны за воротами (рис. 4). Данные ограничения действуют для всех классов соревнований.

Вместе с тем, для того, чтобы создать условия для работы телекамер, расположенных за воротами, допускается размещение осветительного оборудования в зоне, ограниченной направлениями, показанными на рис. 4 справа.

*Здесь опять следует отметить, что нормативные документы часто «отстают» от жизни. В последнее десятилетие архитекторам пришлось по душе концепция «кольца огня», когда спортивные прожекторы составляют непрерывную структуру (кольцо, овал и т.п.), опоясывающую игровое поле. В этом случае прожекторы устанавливаются в формально запрещённых зонах, но направляются так, чтобы в минимальной степени мешать зритель-*

*ному восприятию участников футбольного матча.*

## 2.5. «Смягчение» теней (мультизональное нацеливание прожекторов)

Повсеместное внедрение цифрового телевидения высокой чёткости привело к необходимости устранения контрастных теней от игроков на поле. Решить эту задачу можно, если в каждую точку поля свет будет приходиться от нескольких прожекторов из разных групп.

На рис. 5 показаны схемы «бестеневого» освещения полей для соревнований классов V и IV. Игровое поле условно поделено на три зоны, в каждую из которых свет попадает от прожекторов из четырёх (класс V) или трёх (класс IV) групп.

## 2.6. Характеристики освещения

В публикации ФИФА [3] предписано рассчитывать горизонтальную освещённость в узлах сетки с размерами ячейки  $5 \times 5$  м на высоте 1 м от поверхности поля (раньше контрольные точки находились на уровне поверх-

ности поля,  $h = 0$ ), а измерять в узлах сетки  $10 \times 10$  м.

*В то же время, в документе, содержащем рекомендации и технические требования к стадионам Кубка Мира 2018 года [6], рассчитывать и измерять горизонтальную освещённость предложено на высоте 0.25 м от поля.*

Помимо известных соотношений ( $U_1 = E_{\min}/E_{\max}$ ,  $U_2 = E_{\min}/E_{\text{ср}}$ , где  $E_{\min}$ ,  $E_{\max}$  и  $E_{\text{ср}}$  – минимальное, максимальное и среднее значения освещённости на рассматриваемой поверхности), характеризующих равномерность освещения, в [3] введены новые показатели оценки равномерности распределения горизонтальной освещённости: коэффициент вариации освещённости  $CV$  и градиент изменения освещённости  $UG$ . Коэффициент вариации освещённости  $CV$  равен отношению среднеквадратичного отклонения освещённости к её среднему значению:

$$GV = \frac{\sigma}{E_{\text{ср}}}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{(E_i - E_{\text{ср}})^2}{n}},$$

где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение,  $E_i$  – значение освещённости в контрольной точке  $i$ ,  $E_{\text{ср}}$  – среднее значение освещённости,  $n$  – общее количество контрольных точек.

Градиент изменения освещённости  $UG$  – параметр, который оценивает скорость изменения освещённости на дискретной сетке. Для его оценки рассчитывают относительную разницу между значениями освещённости в выбранной контрольной точке и в 8-ми соседних точках (справа, слева, сверху, снизу, по диагоналям), а затем выбирают максимальное значение. Требования к параметрам  $CV$  и  $UG$  приведены в табл. 2.

## 2.7. Сводные требования к освещению, обеспечивающему проведение телевизионных трансляций

В табл. 3 приведены рекомендуемые уровни вертикальной (для телекамер) и горизонтальной освещённости, равномерности распределения освещённости, уровень слепящего действия и цветовые характеристики источников света для наиболее высоких классов соревнований

Рекомендуемые характеристики освещения футбольных полей (для телевизионных трансляций)

Класс игры	По отношению	Вертикальная освещённость $E_v$ *			Горизонтальная освещённость $E_{гор}$			Цветовые характеристики лампы	
		Средняя, лк	Равномерность		Средняя, лк	Равномерность		Коррелированная цветовая температура $T_c$ , К	Общий индекс цветопередачи $R_a$
			$U_1$	$U_2$		$U_1$	$U_2$		
Международный (класс V)	К стационарной камере	>2000	0,6	0,7	3500	0,6	0,8	>4000	$\geq 65$
	К камере на уровне поля	1800	0,4	0,65	3500	0,6	0,8	>4000	$\geq 65$
Национальный (класс IV)	К стационарной камере	2000	0,5	0,65	2500	0,6	0,8	>4000	$\geq 65$
	К камере на уровне поля	1400	0,35	0,6	2500	0,6	0,8	>4000	$\geq 65$

**Примечания:**

1. Вертикальные освещённости – это освещённости в плоскостях, перпендикулярных линиям зрения соответствующих телекамер.
2. Приведены значения освещённости на момент конца периода без обслуживания осветительной установки (т.н. «поддерживаемые при эксплуатации» уровни освещённости).
3. При проектировании рекомендуется использовать коэффициент запаса, равный 1,4.
4. Для всех классов соревнований показатель ослепления  $GR \leq 50$ .

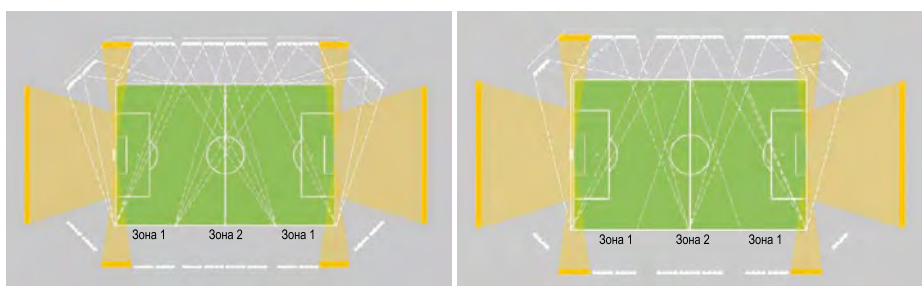


Рис. 5. Схемы освещения поля по классам V и IV [3]

В более позднем документе ФИФА [6], содержащем технические требования к стадионам Кубка Мира 2018 года, произошли существенные изменения в требованиях к характеристикам спортивного освещения (табл. 4).

### 2.8. Предписания об ограничении влияния системы освещения стадиона на окружающую среду [3]

«Световое загрязнение», создаваемое осветительной установкой, подразделяется на две категории: рассеянное освещение территории и слепящее действие, оказываемое на пешеходов и водителей транспортных средств, находящихся за пределами стадиона. Необходимо предпринимать все возможные меры для ограничения «светового загрязнения» окружающей среды.

Регламентируются следующие предельные значения горизонтальной и вертикальной освещённости за пределами стадиона (см. рис. 6):

- в 50-метровой зоне:  $E_{гор} \leq 25$  лк,  $E_v \leq 40$  лк;
- в 200-метровой зоне:  $E_{гор} \leq 10$  лк,  $E_v \leq 20$  лк.

### 3. Обзор документа УЕФА [4]

Достаточно объёмный документ [4] является понятным и удобным руководством для проектирования системы искусственного освещения футбольных полей. Результат проектирования во многом зависит от понимания следующих подзадач, расставленных в порядке приоритета:

- создание оптимальных условий для деятельности игроков, судей, тренеров и других официальных лиц;
- обеспечение комфортных условий для зрителей на трибунах стадиона;

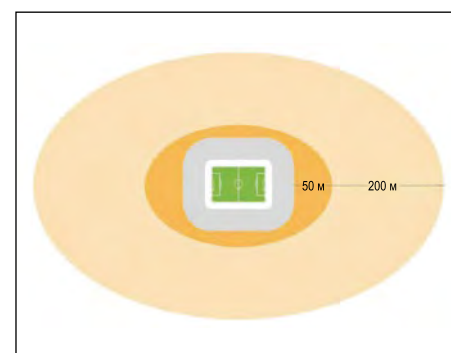


Рис. 6. Зоны, где следует оценивать «световое загрязнение» [3]

- обеспечение условий для работы телевидения;
- принятие во внимание уровня соревнований по классификации УЕФА;
- обеспечение освещения с возможно более мягкими тенями;
- построение надёжной и эффективной системы освещения с учётом местных климатических и иных особенностей;
- поиск долговременного, эффективного и экономичного решения;
- сведение до минимума влияния системы освещения на окружающую среду;
- согласованность системы освещения с архитектурой сооружения;
- отказ от использования 4-мачтовой системы освещения для стадионов класса А;
- учёт возможности использования системы освещения для создания

Характеристики освещения футбольных полей класса V

Класс игры	По отношению	Вертикальная освещённость $E_v$ *			Горизонтальная освещённость $E_{гор}$			Цветовые характеристики лампы	
		Средняя, лк	Равномерность		Средняя, лк	Равномерность		Коррелированная цветовая температура $T_c$ , К	Общий индекс цветопередачи $R_a$
			$U_1$	$U_2$		$U_1$	$U_2$		
Международный (класс V)	К стационарной камере	>2000	0,6	0,7	$E_{гор}: E_v \leq 2:1$	0,6	0,8	>4000 $\leq 6500$	$\geq 90$
	К камере на уровне поля	>1800	0,6	0,7					
	По странам света	-	0,5	0,7					

**Примечания:**

1. Предельное значение градиента равно 15 %. Оценивать градиенты следует на сетке с шагом 5 м для всех видов освещённости.
2. Коэффициент вариации  $CV = 0,13-0,15$ .
3. Средняя вертикальная освещённость первых 12 -ти рядов трибуны, попадающих в поле зрения главной телевизионной камеры, должна составлять от 25 до 33 % средней вертикальной освещённости игрового поля.
4. Соотношение между вертикальными освещённостями по сторонам света должно быть не менее чем 0,6 во всех контрольных точках.
5. Расчётные оценки показателя ослепления  $GR$  не должны быть больше чем 40 при коэффициенте отражения поля от 0,2 до 0,25.

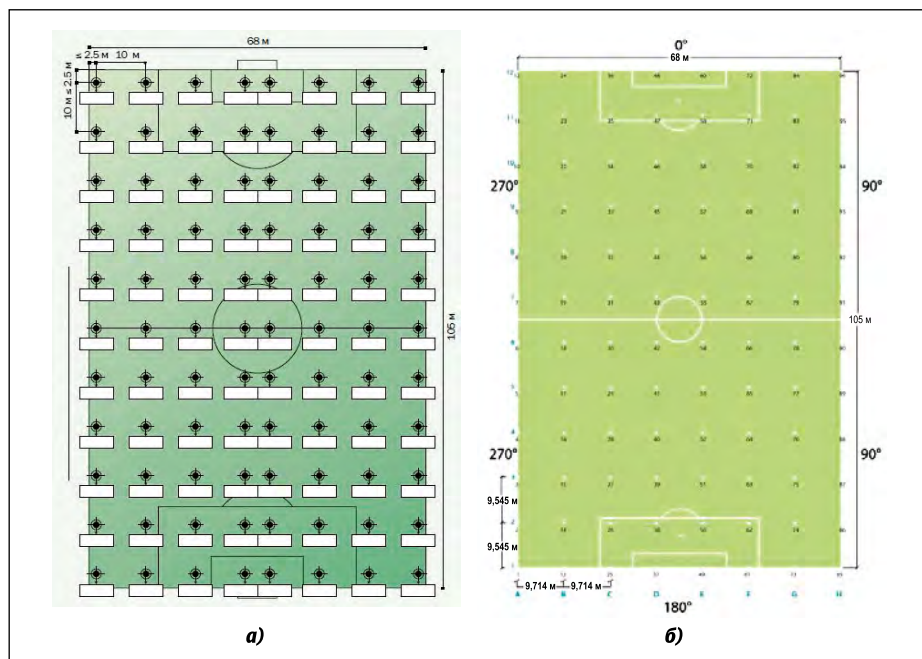


Рис. 7. Сетки контрольных точек для выполнения световых измерений: а – сетка контрольных точек ФИФА [3]; б – сетка контрольных точек УЕФА [4]

декоративных и развлекательных эффектов;

- учёт при проектировании системы освещения последних технических достижений и требований в области телевизионного вещания;
- учёт последних технических достижений в светотехнике.

Требуемые характеристики освещения зависят от класса стадиона, который, в свою очередь, определяется уровнем соревнований, которые могут проводиться на этом стадионе. При этом, различают пять классов соревнований: *D*, *C*, *B*, *A* и *Elite A*, а также соревнования, проводимые без телетрансляций.

В качестве примера приведём требования к освещению стадионов самого высокого класса *Elite A* (табл. 5).

На первый взгляд кажется, что требования УЕФА к освещению стадионов высокого уровня существенно ниже, чем требования ФИФА для стадионов категории IV. Но это не совсем так. Во-первых, расчёты и измерения освещённости в документах этих организаций предписывается осуществлять с использованием разных сеток контрольных точек (рис. 7).

В случае ФИФА крайние точки отстоят от границ поля на расстоянии 2,5 м, а в случае УЕФА они находятся на границах поля. Количество контрольных точек также разные: например, для проведения измерений количества точек равны, соответственно, 88 и 96. Проектирование с сеткой контрольных точек УЕФА эквива-

Рис. 8. Новый стадион в г. Краснодаре



Характеристики спортивного освещения стадиона класса *Elite A* (по материалам [4])

Освещённость на горизонтальной площадке	Средняя, лк		$U_1$	$U_2$
	> 2000		> 0,5	> 0,7
Освещённость на вертикальных площадках, нормали которых ориентированы по направлениям 0, 90, 180 и 270°, например, на север, восток, юг и запад	Средняя, лк	Минимальная, лк	$U_1$	$U_2$
	> 1500	> 1000	> 0,4	> 0,5
Условие продолжения матча при сбое электропитания	Среднее значение горизонтальной освещённости > 1000 лк; Среднее значение вертикальной освещённости > 600 лк (по 4-м направлениям)			
Коэффициент пульсации, %	Среднее значение < 5 Максимальное значение < 5			
Отношение освещённостей в соседних точках	> 0,6			
Коррелированная цветовая температура, К	5000–6200			
Общий индекс цветопередачи	> 80			
Показатель ослепления $GR$	< 50			
Коэффициент обслуживания	0,85			
Класс электроснабжения	<i>Elite A</i>			

лентно тому, что, во-первых, необходимо создавать освещение с требуемыми характеристиками на большей (почти на 13,5 %) площади. А во-вторых, критичной становится величина минимальной вертикальной освещённости (не менее чем 1000 лк), а если принять во внимание требование к допустимой неравномерности ( $U_2 > 0,5$ ), то получается, что среднее значение вертикальной освещённости должно быть не менее чем 2000 лк. А учитывая, что речь идёт о вертикальных освещённостях на плоскостях, ориентированных в направлениях четырёх сторон света, то получается, что требования УЕФА к количественным характеристикам освещения не менее высокие, чем требования ФИФА. Вместе с тем, требования к характеристикам, определяющим качество освещения, таким как показатели равномерности и ослепления ( $GR$ ) и коэффициент пульсации, в рекомендациях УЕФА ниже, чем в предписаниях ФИФА.

Практический опыт показывает, что система освещения футбольного стадиона, рассчитанная и реализованная, исходя из требований ФИФА, всегда соответствует требованиям УЕФА. Но обратное утверждение верно не всегда!

#### 4. Некоторые соображения о проектировании освещения

На основе собственного понимания того, что такое «качество» освещения, анализа собственного и чужого опыта, выводов, сделанных из своих и чужих, явных и неявных ошибок, у каждого, кто занимается проектированием спортивного освещения, формируется собственная шкала оценок и приоритетов, а также приёмы, позволяющие в короткие сроки осуществить выбор комплекта оборудования и найти «оптимальный», с точки зрения проектировщика, вариант размещения и нацеливания (ориентации) прожекторов. Все это относится к категории «секретов производства» (*know-how*) и не описывается в статьях. Но всё же позволю себе поделиться некоторыми общими соображениями, касающимися «кухни» этой деятельности.

Из всего изложенного выше становится ясно, что первое, что нужно обеспечить – это вертикальные освещённости  $E_v$  с требуемыми уровнями и равномерностями. Уровень горизонтальной освещённости  $E_{гор}$  больше не регламентируется, но придаётся большее значение равномерности и обращается внимание на соотношение средних уровней  $E_{гор}$  и  $E_v$ . Известно,

что отношение  $E_{гор}/E_v$  в точке поля определяется углом падения света на освещаемую поверхность. Чем больше угол падения, тем меньше это отношение. Известно также, что средний уровень  $E_{гор}$  поля – это прямой индикатор, указывающий на количество задействованного оборудования.

Имея ввиду эти «аксиомы», можно следовать двум «полярным» планам построения системы освещения. Первый заключается в том, чтобы используя узкие высокоинтенсивные световые пучки, направлять их в удалённые от исходных прожекторов точки поля, для которых углы падения света будут предельно большими (но допустимыми), и, в итоге, получить нужные величины  $E_v$  при соотношении  $E_{гор}/E_v$ , близком к единице. Такая система освещения будет содержать минимальное количество прожекторов (т.е. будет максимально эффективной, если за меру эффективности принимать установленную мощность и приведённые затраты) и формально выполнять требования к освещению, но, на самом деле, будет ослепляющей и подверженной «разбалансировке» при выходе из строя даже нескольких осветительных приборов.

Второй план ставит во главу угла создание максимально комфортной

(неслепящей) и надёжной системы освещения. Как это часто бывает в истории, он сформировался как «побочный продукт» решения совсем другой, частной, задачи, возникшей чуть более 10 лет назад. Тогда в обиходе телезрителей массово стали применяться телекамеры ускоренной (и сверхскоростной) съёмки, потому что воспроизведение записанного ими изображения получалось в «замедленном темпе». Этот эффект делал телерепортажи более интересными и зрелищными. Но световой поток газоразрядных ламп высокого давления, которые работали в то время исключительно с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами и повсеместно использовались для спортивного освещения, пульсировал с частотой 100 Гц, и это, в свою очередь, приводило к пульсации яркости телевизионного изображения. Была поставлена задача снизить коэффициент пульсации, сначала до 5 % (как в документе УЕФА [4]), а затем и до 1 % (как в неофициальных документах МОК и УЕФА). Способ снижения коэффициента пульсации до 5–10 % хорошо известен и давно используется в системах промышленного освещения: близлежащие (соседние) осветительные приборы подключают к разным фазам питающей (3-фазной) электрической сети. Применительно к спортивному освещению, задача была сформулирована следующим образом: в каждую точку поля свет должен приходиться как минимум от трёх прожекторов, подключённых к разным фазам сети (А, В, С). Эта задача получила очень простое и красивое решение. Оно свелось к расчёту системы освещения, которая обеспечивала нужные уровни освещённости только на треть (конечно, не точно, а приблизительно), но при заданных высоких параметрах равномерности. Затем этот «полуфабрикат» мультиплицировался (трижды). Задача легко решалась при использовании прожекторов с достаточно широкими световыми пучками, позволявшими обеспечить нужные показатели равномерности при низких уровнях освещённости. Получаемые системы освещения оказались очень комфортными (не слепящими и не пульсирующими) и очень надёжными, в том смысле, что выход из строя нескольких прожекторов не приводил к заметным для глаза или телекамеры изменениям в качестве освещения.

Имеющаяся статистика результатов проектирования и реализации осветительных установок футбольных стадионов, характеристики которых соответствуют требованиям ФИФА, показывает, что количество используемых прожекторов (с МГЛ мощностью 2 кВт) находится в диапазоне от 260 до 350 штук. Здесь необходимо отметить, что все стадионы – очень разные. Они отличаются размерами (ёмкостью), конструктивными решениями, в том числе, конфигурацией и положением относительно поля конструкций, которые служат для размещения осветительного оборудования. Все эти и другие факторы влияют на конечное число прожекторов.

В данной статье не нашлось места обсуждению эстетической стороны проектируемых осветительных установок. К сожалению, в нашей стране на это мало обращают внимания, часто даже пренебрегая тем, как выглядят системы освещения. И такое отношение в корне неверно.

Системы освещения являются неотъемлемыми частями уникальных архитектурных сооружений, которыми являются современные стадионы (рис. 8). И они должны соответствовать им не только функционально, но и эстетически. Но эта тема заслуживает отдельного рассмотрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов В.Н. Проектирование и качество спортивного освещения // Светотехника. – 2018. – №2. – С. 11-14.
2. Митин А.И., Царьков В.М. Оптимизация 4-мачтовой системы освещения открытых спортивных сооружений // Светотехника. – 1979. – № 2. – С. 10–11
3. Football stadiums. Technical recommendations and requirements. Chapter 9. Lighting and power supply. FIFA, 5<sup>th</sup> edition, 2011.
4. UEFA. Stadium lighting guide, 2016.
5. Guide to the artificial lighting of football pitches. FIFA-Philips. 2002.
6. FIFA Stadium Requirements Handbook, 2016. 50.40. Floodlight system, pp. 433–444.



**Степанов Виталий Николаевич,**  
кандидат техн.  
наук. Окончил  
в 1976 г. МЭИ.  
В 1992–1993 гг. работал  
в должности  
зам. главного редактора  
журнала «Светотехника»

#### Число фонарей в московских дворах за 8 лет выросло на треть

Количество фонарей в столичных дворах увеличилось на треть по сравнению с 2010 годом. Об этом в эфире Радио «Комсомольская правда» заявил зам. мэра Москвы Пётр Бирюков.

«Число фонарей во дворах за последние восемь лет выросло на треть. Это было сделано по инициативе жителей города», – сказал Бирюков. При этом столица стала меньше потреблять электроэнергию – всё дело в том, что коммунальщики перешли на энергоэффективные технологии. Благодаря этому город расходует меньше на освещение, добавил чиновник.

«Экономия идёт не только за счёт этой статьи – в 2009 году, к примеру, Москва потребила 29,5 миллиарда кубометров газа, а сейчас – уже на 6 миллиардов меньше», – подчеркнул он.

mossvet.ru  
06.07.2018

#### Последствия торговых ограничений для производства изделий со светодиодами

6 июля этого года в США вступают в действие 25-% пошлины на 818 китайских товаров, общая стоимость которых составляет примерно \$34 млрд.

Решение Д. Трампа о введении пошлин направлено на снижение зависимости компаний США от китайских полуфабрикатов и увеличение конкурентоспособности изделий, производящихся в самих США. Однако в случае компании Cree, американского гиганта в области СД, 25-% пошлины повлияют на стоимость компонентов и изделий, которые производятся на расположенных в Китае предприятиях этой компании. Это повысит себестоимость выпускаемой Cree конечной СД-продукции, причём компания должна конкурировать с изделиями, выпускаемыми не в Китае, а в других странах.

Соответственно, и для остальных американских производителей конечной СД-продукции конкуренция внутри страны ещё больше ожесточится, т.к. пошлины, главным образом, вводятся на полуфабрикаты СД-изделий, что повысит стоимость этих изделий. В то же время экспортируемые Китаем конечные СД-изделия, такие как ОП и дисплеи, останутся конкурентоспособными на рынке США, т.к. они не входят в перечень облагаемой пошлиной продукции.

Торговые ограничения затрагивают и европейские компании, такие как Osram, которые недавно скорректировали свои экономические прогнозы на этот год, т.к. Трамп угрожал ввести пошлины и на продукцию Евросоюза. В результате, компании, расположенные не в Китае или Европе и имеющие производственные мощности и в других странах, могут получить даже выгоду от этого торгового противостояния.

ledinside.ru  
06.07.2018