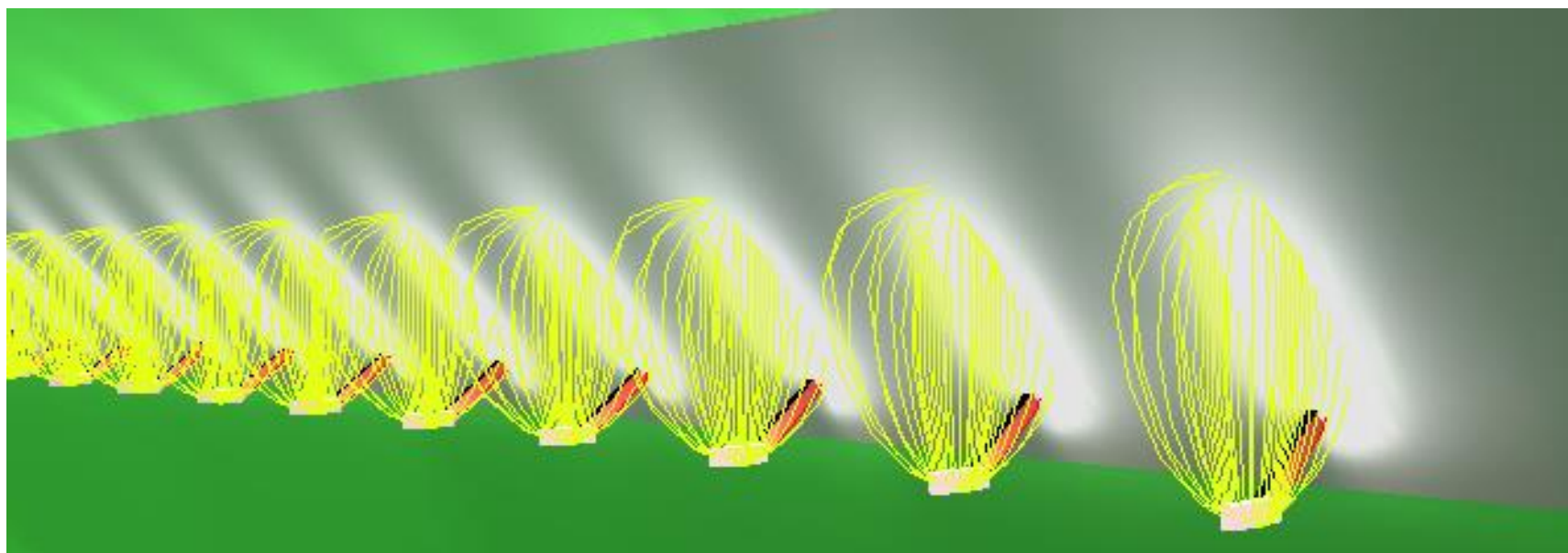




Светодиодное освещение крытых теннисных кортов



2018г

Содержание

1	О теннисе и освещении	3
2.	Задачи освещения спортивного зала	4
3.	Устройство теннисного корта	5
4.	Светотехнические требования	9
5.	Верхнебоковое освещение	12
6.	Отраженное освещение	13
7.	Одиночный теннисный корт отраженного освещения	14
8.	Сдвоенный теннисный корт	27
9.	Выводы и рекомендации	28
11.	Источники информации	29

1. О теннисе и освещении

Теннис является олимпийским видом спорта **Теннис** или **большой теннис**, в котором соперничают либо два игрока («одиночная игра»), либо две команды, состоящие из двух игроков («парная игра»). Задачей соперников (теннисистов или теннисисток) является при помощи ракеток отправлять мяч на сторону соперника так, чтобы тот не смог его отразить, не более чем после первого падения мяча на игровом поле на половине соперника.

Сегодня этот вид спорта достиг такой популярности, что обучать в Международной Теннисной Академии очень престижно, а гонорары профессиональных теннисистов достигают миллионы долларов!

При проектировании теннисного корта важно избежать ослепления игрока, достижение зрительного комфорта. Эти особенности не всегда оказываются на первом месте, уступая задачам коммерческого плана. В результате во многих случаях мы видим теннисные площадки с несоответствующим нормам неудовлетворительным, некомфортным освещением.

Способствовать преодолению указанных недостатков могут методы светотехники.

2. Задачи освещения спортивного зала.

Пример лучшего освещения - рассеянный свет неба. Однако мы не можем обойтись одним природным светом, т.к. его использование ограничено временными и погодными условиями. Поэтому спортивные площадки выполняются также в крытых и отапливаемых помещениях. Задачи комфортного неслепящего освещения особенно актуальны в связи с распространением светодиодного освещения. Применение светодиодов создает ряд проблем комфортности освещения. Игрок движется и его взгляд может быть направлен в самых неожиданных направлениях, мяч, летящий с большой скоростью, наличие зрителей, камер, телевидения – влияют на проблемы освещения. Становятся важными уровни освещенности и яркости, равномерность, ослепление, габаритная яркость, к уровням которых предъявляются нормативные требования.

Для решения задач освещения спортивных залов необходимо создание осветительных установок дружественных конструкции теннисных кортов, имеющих светотехнические характеристики, соответствующие специфике тенниса, интересам участников, нормативам спортивного освещения, .

3. Объект освещения. Размеры теннисного корта

Основные конструктивные характеристики теннисного корта регламентируются рядом международных и национальных материалов [1]....[6].

Официально признанными Международной Федерацией Тенниса являются следующие размеры теннисного корта: ширина площадки 10,97 м, а длина соответственно - 23,77 м. За счет забегов и боковых коридоров общие размеры корта будут в пределах 18,29 и 36,57 м (площадь 668 кв. м).

Высота корта над сеткой по нормам ИТФ рекомендуется не ниже 12 метров, в России на практике - 9,14 метра, иногда 11 метров и 7-8 метров.

На слайдах 6, 7 приводятся размеры одиночного и сдвоенного теннисных кортов. На слайде 8 приводятся рекомендации к коэффициентам отражения света внутренних поверхностей теннисного корта. Учет этих характеристик важен для качественного освещения.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕННИСНОГО КОРТА [13]

**При прямой трансляции TV средняя горизонтальная освещенность должна составлять не менее 1 250 люкс.*

На восприятие качества игры теннисистами и зрителями особое влияние оказывают отражающие способности поверхностей присутствующих в зале теннисного корта. Международной федерацией тенниса (ITF) были выработаны рекомендации по отражающим характеристикам материалов теннисного корта.

Наименование поверхности	Открытые корты	Корты в зале
Поверхность игровой зоны	0,15-2	0,2-0,4
Поверхность за игровой зоной	0,3-0,4	-
Задняя стена, ограждение	0,2	0,2
Потолок	-	0,6-0,8
Защитная сетка между кортами	-	0,2

Поверхности корта должны диффузно отражать свет, глянцевые покрытия - недопустимы.

4. Светотехнические требования к освещению крытого теннисного корта [1]...[6]

Значения уровней освещенности для теннисных кортов регламентируют европейский стандарт BS EN 12193:2007 и отечественный документ ВСН 1-73 и, как правило, именно на них ориентируются разработчики проектов освещения теннисных кортов.

Освещение теннисных кортов чаще всего делается с использованием системы верхнебокового света. Такая система подразумевает расположение прожекторов за пределами общей зоны, вдоль длинных сторон площадки и использования ассиметричной оптики. Такая система имеет важное значение, обеспечивая освещение игровой площадки, не создает помех играющим яркими прожекторами в игровой зоне.

Нормы освещенности зависят от уровня проводимых мероприятий. С выбора уровня освещенности и начинается проектирование осветительной установки любого спортивного объекта.

При освещении теннисных кортов пользуются стандартами спортивного освещения, таким как Европейский - BS EN 12193:2007. [10] (Российское законодательство допускает его использование). Согласно BS EN 12193:2007, требуется установить соответствующие показатели: горизонтальной освещённости на игровой поверхности, вертикальной освещённости, показатели равномерности, дискомфорта, а также показатель цветопередачи.

Для закрытых кортов [2], [3] .

1-й класс: $E_m > 750 \text{ lx}$; $E_{\min}/E_m > 0,7$; $E_{\min}/E_{\max} > 0,5$

2-й класс: $E_m > 500 \text{ lx}$; $E_{\min}/E_m > 0,7$; $E_{\min}/E_{\max} > 0,5$

3-й класс: $E_m > 300 \text{ lx}$; $E_{\min}/E_m > 0,7$; $E_{\min}/E_{\max} > 0,5$

$UGR < 22$ (UGR - обобщенный коэффициент дискомфорта)/

Более подробные нормы приведены с таблице на слайде 11.

Нормы освещения крытого теннисного корта

Требования к освещению кортов, размещенных в залах

Класс игры	Горизонтальная освещенность						Х-ки излучения		
	Средняя в пределах PPA	Средняя в пределах TPA	Равномерность в пределах PPA		Равномерность в пределах TPA		Показатель слепящего действия	Индекс цвето- передачи	Цветовая температура
	Eh, лк	Eh, лк	U ₁	U ₂	U ₁	U ₂			
Класс I: мин.*	1 000 750	800	0,5	0,7	0,4	0,6	≤ 50	65–80 ≥ 60	> 4 000
Класс II: мин.	750 500	600	0,5	0,7	0,4	0,6	≤ 50	65–80 ≥ 60	> 4 000
Класс III: мин.	500 300	400	0,4	0,6	0,3	0,5	≤ 55	65–80 ≤ 20	> 4 000

5. Верхнебоковое освещение.

Верхнебоковое освещение при освещении спортивных объектов, особенно теннисных кортов, носит концептуальный характер, т.к. устанавливает порядок, при котором игра, игроки и мяч находятся в центре событий и световые потоки не нарушают взаимодействия основных участвующих объектов. Многие документы подчеркивают нежелательность для теннисных кортов помещения прожекторов на потолке над игровой зоной, перераспределении светового потока в пользу потолочных сводов, ограничивая отклонение оси прожекторов от вертикали. Все эти меры направлены на улучшение видимости и комфортное проведение игры.



Пример теннисного корта с верхнебоковым расположением прожекторов [12] .

При верхнебоковом освещении теннисного корта можно различать применение прямого и отраженного освещения. При отраженном освещении оно может иметь направленность в верхнюю, или нижнюю полусферы теннисного корта.

В случае прямого верхнебокового освещения на практике ограничивают отклонение оптической оси прожекторов от вертикали значение 40 градусов. С распространением светодиодного освещения становится актуальным защита от прямого излучения в сторону играющих. В любом случае нежелательно, чтобы игрок мог непосредственно наблюдать горящие светодиоды.

Инструмент UGR программы Dialux указывает на неприемлемость коэффициента дискомфорта ($UGR > 30$), однако многие источники указывают для тенниса допустимыми более скромные значения – $UGR < 22$ [2]. Недобросовестные поставщики часто пытаются использовать инструмент UGR программы Dialux для рекламы своей продукции, показывая результаты, полученные для горизонтального направления взгляда, предусмотренного Dialux. Это неприемлемо для игры в теннис, в которой направление взгляда игрока не ограничено горизонтальной плоскостью. Выходом из положения является применение отраженного освещения.

6. Отраженное освещение.

Отраженное освещение обеспечивает более высокий световой комфорт, низкие значения коэффициентов дискомфорта, высокую равномерность.

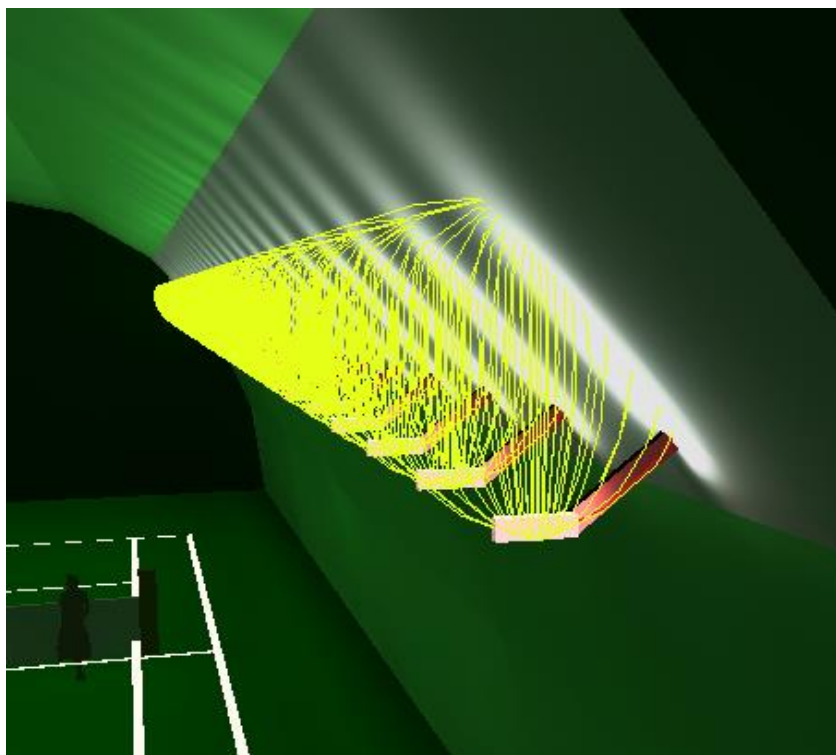
В случае со светодиодами это делает невозможным наблюдать светодиод.

Для получения отраженного освещения прожектор разворачивают лицом к отражающей поверхности.

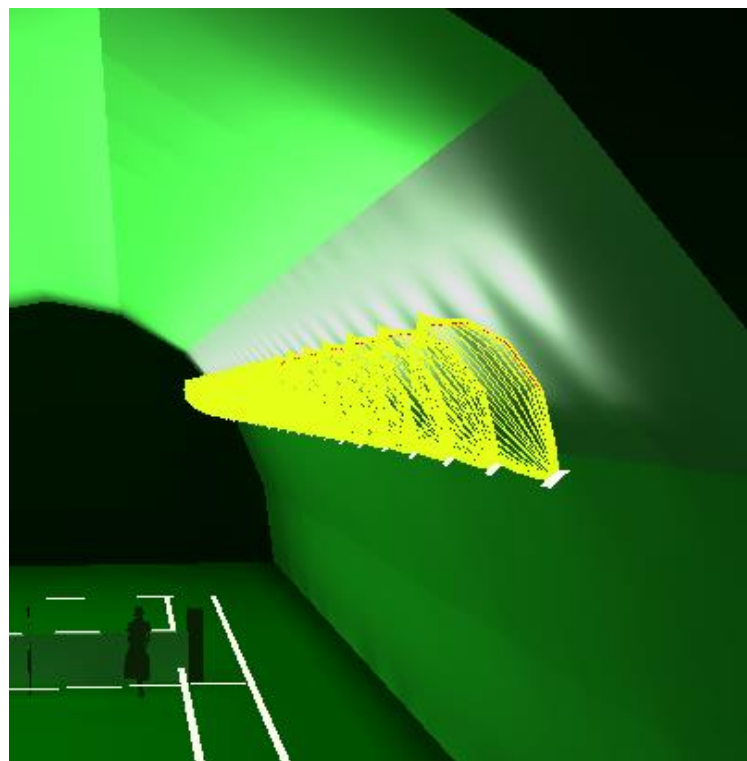
При применении отраженного освещения необходимо принять меры к тому, чтобы отражающие поверхности имели возможно больший коэффициент отражения. На иллюстрации (слайд 15) показаны теннисный корт с прожекторами повернутыми в сторону светоотражающей полосы и в сторону верхней полусферы. В первом случае желательно повысить коэффициент отражения от стены, который обычно около 0,5 до возможных 0,9. Во втором случае [9], [10] верхняя полусфера обычно имеет коэффициент отражения около 0,7, что дает возможность использовать этот метод.

Направление светового потока вверх нежелательно, как и в случае верхнебокового освещения из-за помех играющих. Однако этот вариант проще в исполнении.

Два варианта отраженного освещения.

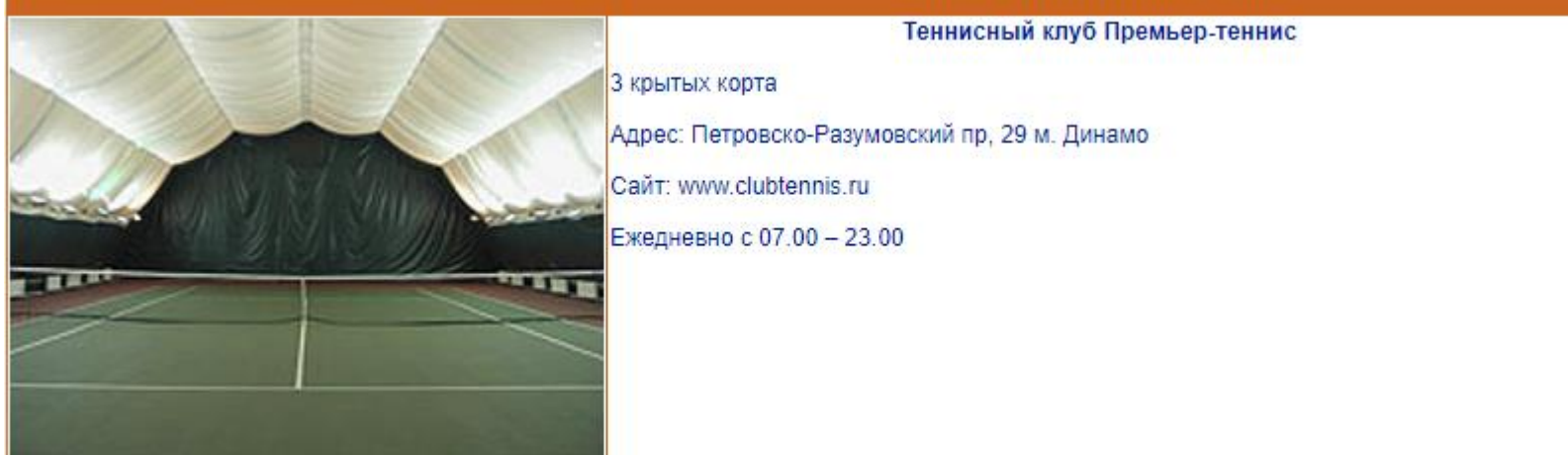


Отражение от боковой поверхности



Отражение от верхней полусферы

Пример теннисного корта с отражением в верхнюю полусферу



Примеры построения теннисных кортов с отражением света в верхнюю полусферу можно обнаружить в материалах [9]. [10]. Такое решение приемлемо для ряда спортивных игр. Что касается тенниса, то ряд авторов не советует иметь яркое освещение в сторону свода. В этом случае теряется часть светового потока, соответствующая сниженному коэффициенту отражения. В случае, если лучи прожектора частично оказываются в нижней половине полусферы – это может приводить к световому дискомфорту.

7. Одиночный теннисный корт отраженного освещения

Ниже на слайдах 17-24 рассматривается теннисный корт с отраженным освещением в варианте с примененной отражающей полосой. Выполнение светоотражающей полосы на боковой поверхности теннисного корта сравнительно несложно. Современные средства подготовки отражающей поверхности при помощи белил, покрытий матового алюминия (аланода) и др. позволяют обеспечить коэффициент отражения в интервале 0,9-0,95.



Моделирование теннисного сайта со светоотражающей боковой полосой

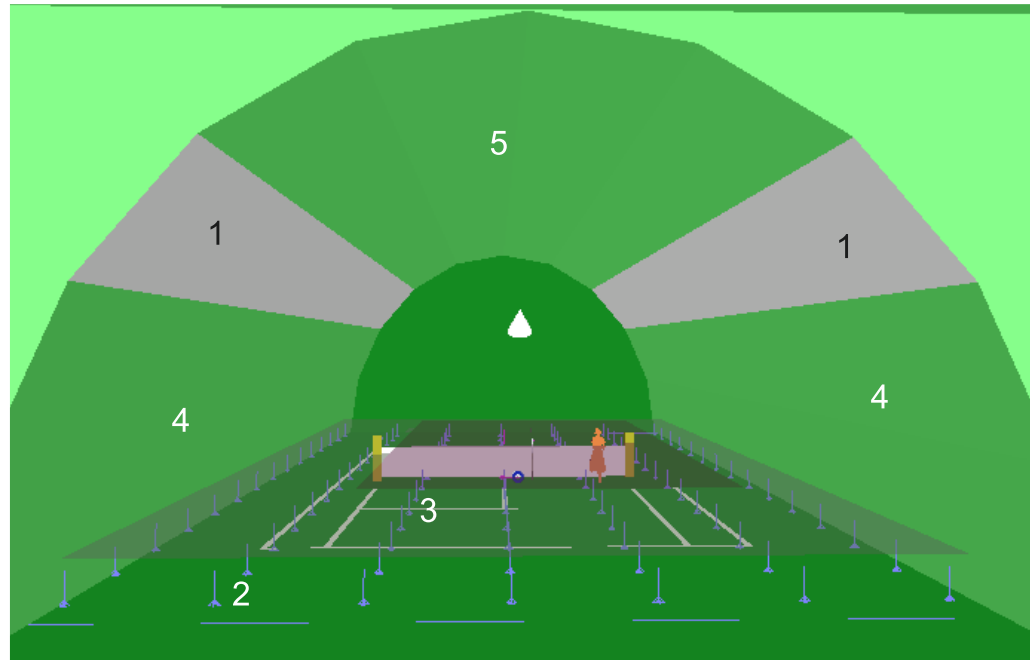
При применении отраженного освещения желательно иметь более высокие коэффициенты отражения, при которых возрастает КПД ОУ. Рекомендации ITF (см. таблицу на слайде 6) в основном были направлены на задач телевизионной трансляции соревнований. Значения коэффициентов отражения для пола и потолка были немного расширены, для стен не определены. От соответствующих коэффициентов отражения внутренних поверхностей теннисного корта зависит горизонтальная освещенность игровой площадки.

Обычно в расчет принимаются: коэффициент 0,2 для основания игровой площадки, для стен -0,5, для потолка – 0,7. В этом случае для отражения света может быть выделена полоса на стене с максимальным коэффициентом отражения.

Для моделирования были выбраны коэффициенты отражения, указанные ниже в таблице и высота размещения отражающей полосы 5 метров. Табличка с выбранными коэффициентами отражения и области с разными характеристиками отражения показаны на слайде 18.

Области теннисного сайта и коэффициенты отражения.

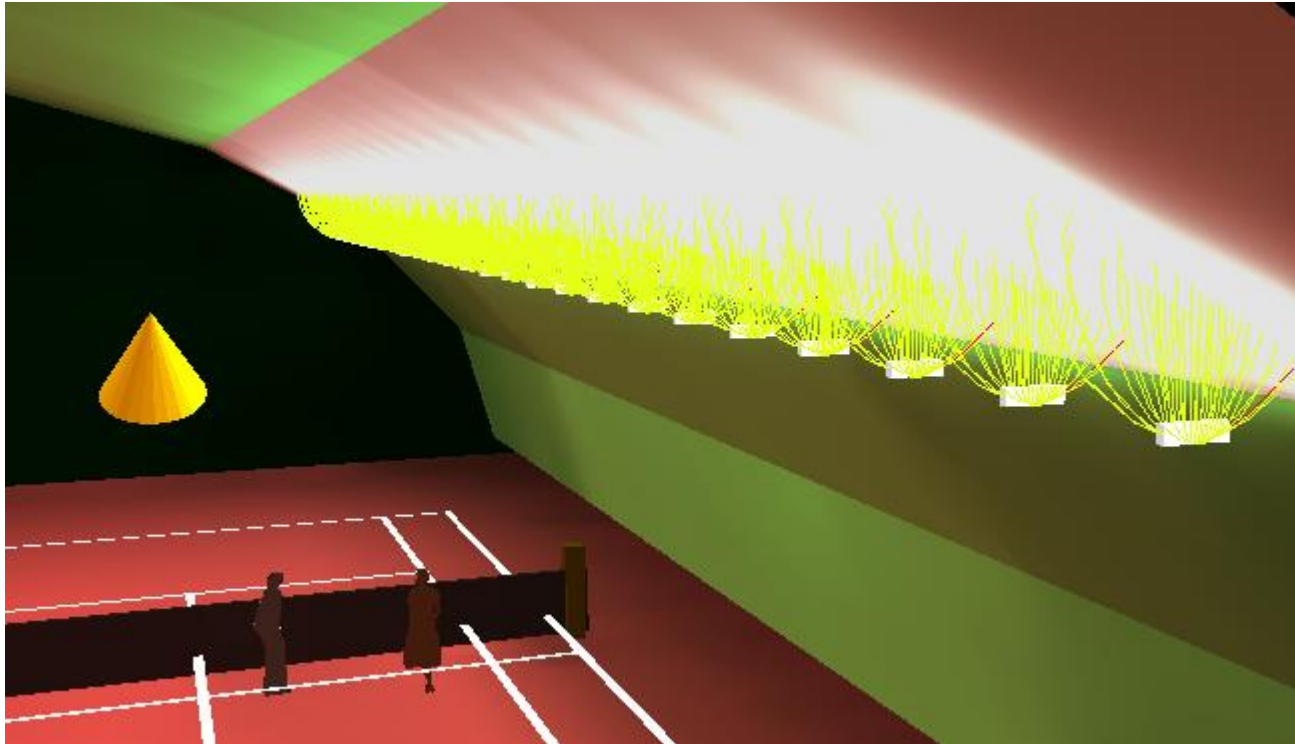
Область корта	Коэффициент отражения
1	0,9
2	0,3- 0,4
3	0,2-0,3
4	0,5-0,?
5	0,7-0,8



1 – полосы с повышенным коэффициентом отражения, 2- окаймление игровой площадки, 3- игровая площадка, 4 торцевые поверхности корта, 5- потолочные участки свода.

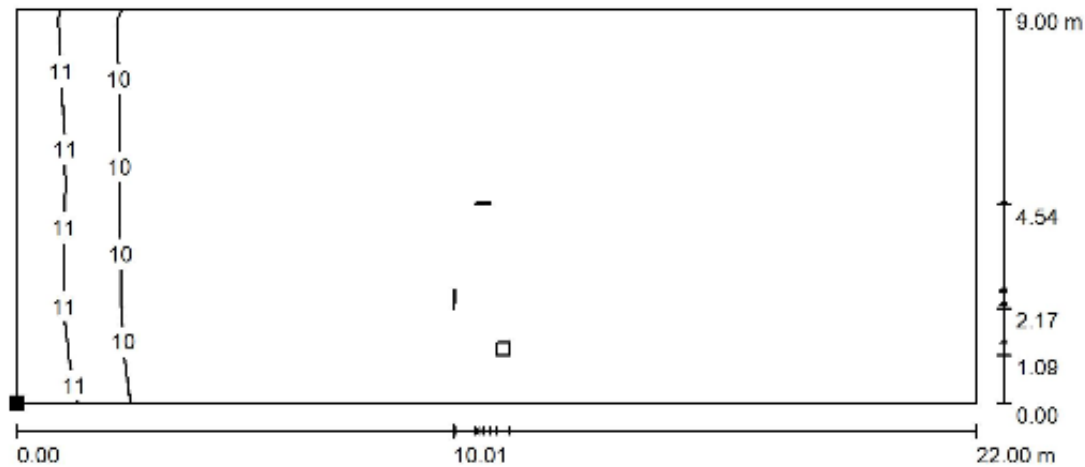
Освещение отражающей полосы

На иллюстрации показана реализация бокового отраженного освещения. Ниже на слайдах 21 - 26 приведены данные расчета модели с светоотражающей полосой.



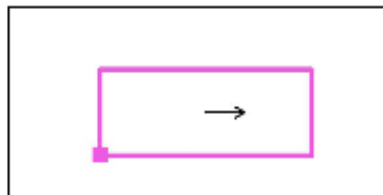
Отражающая полоса Краска ВО—КЧ-26 с литопоном ГОСТ19214-80

Помещение 1 / UGR Расчетная поверхность 1 / Изолинии (UGR)



Масштаб 1 : 158

Расположение поверхности в помещении:
Выделенная точка: (9.540 м, 4.500 м, 1.200 м)



Растр: 22 x 9 Точки

Min
/

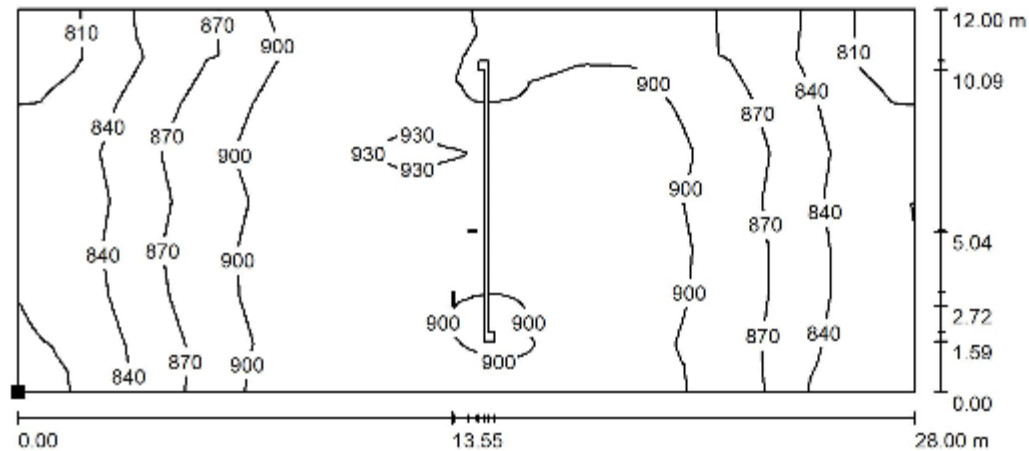
Max
12

Расчет в программе Dialux для отраженного света дает минимальные значения коэффициента дискомфорта.

Равномерность горизонтальной освещенности

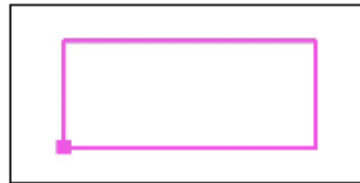
Размер расчетной поверхности 28x12 метров

Помещение 1 / Расчетные поверхности 1 / Изолинии (E, горизонтальн.)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 201

Расположение поверхности в помещении:
Выделенная точка: (6.000 m, 4.000 m, 0.850 m)



Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]
880

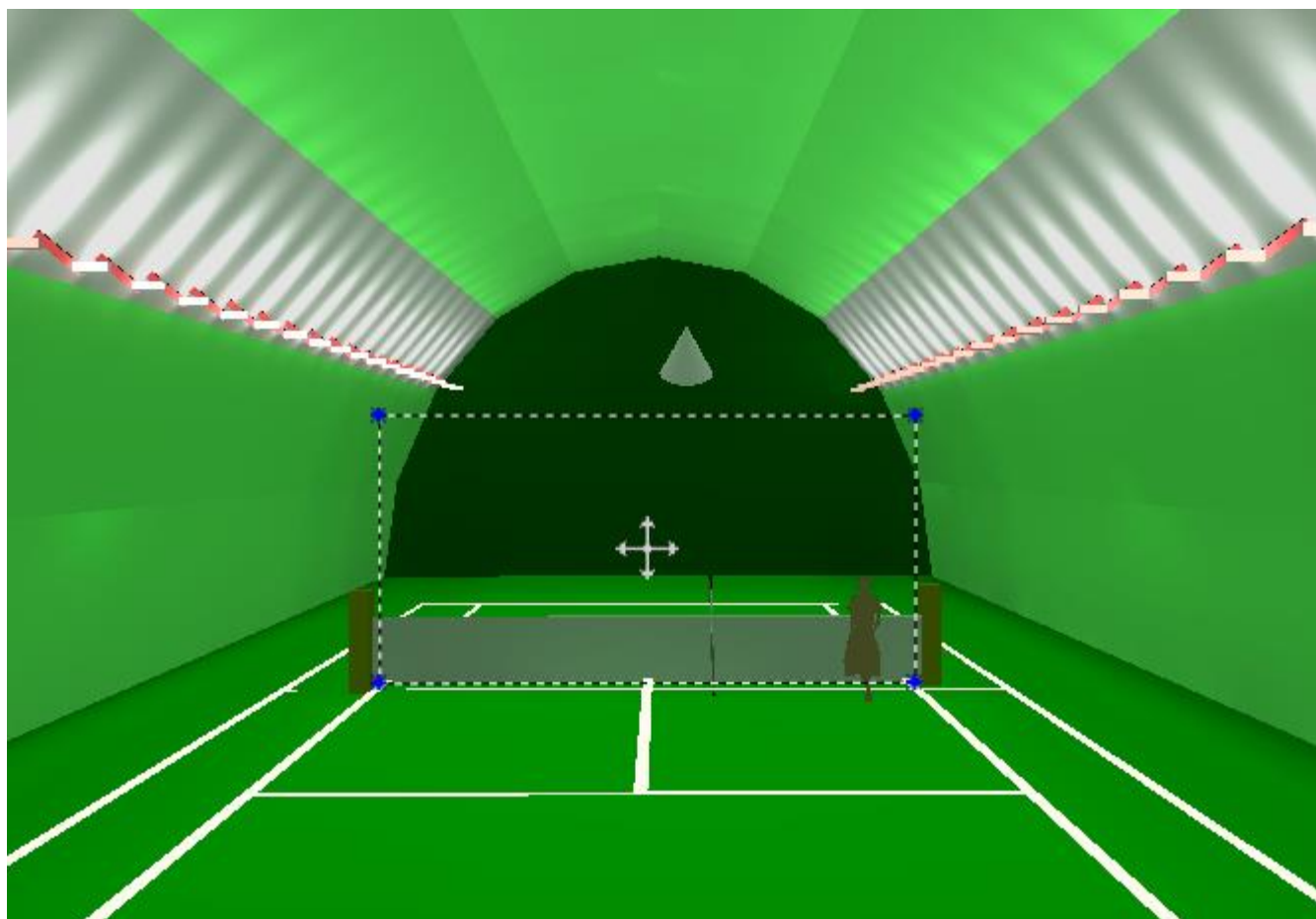
E_{min} [lx]
797

E_{max} [lx]
939

$E_{\text{min}} / E_{\text{cp}}$
0.906

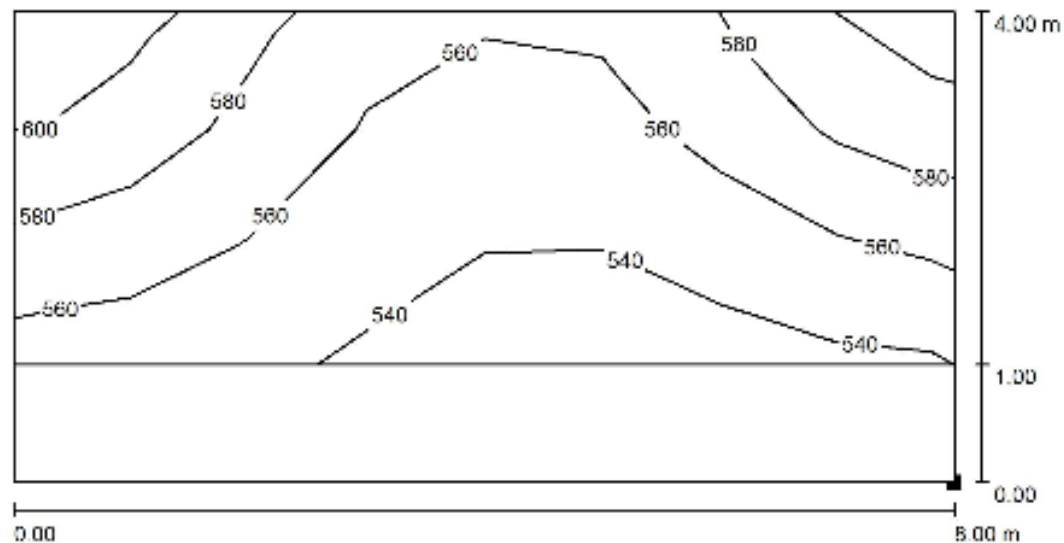
$E_{\text{min}} / E_{\text{max}}$
0.849

Расчетная поверхность для измерения вертикальной освещенности



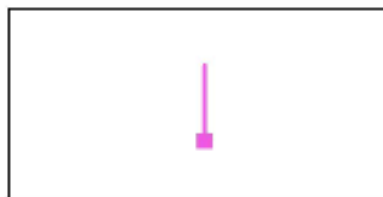
Расчетная поверхность для измерения вертикальной освещенности показана пунктиром.

Помещение 1 / Расчетные поверхности 3 / Изолинии (E, вертикальн.)



Значения в Лкx, Масштаб 1 : 58

Расположение поверхности в помещении:
Выделенная точка: (20.600 m, 5.979 m,
0.100 m)



Растр: 4 x 8 Точки

E_{cp} [lx]
560

E_{min} [lx]
506

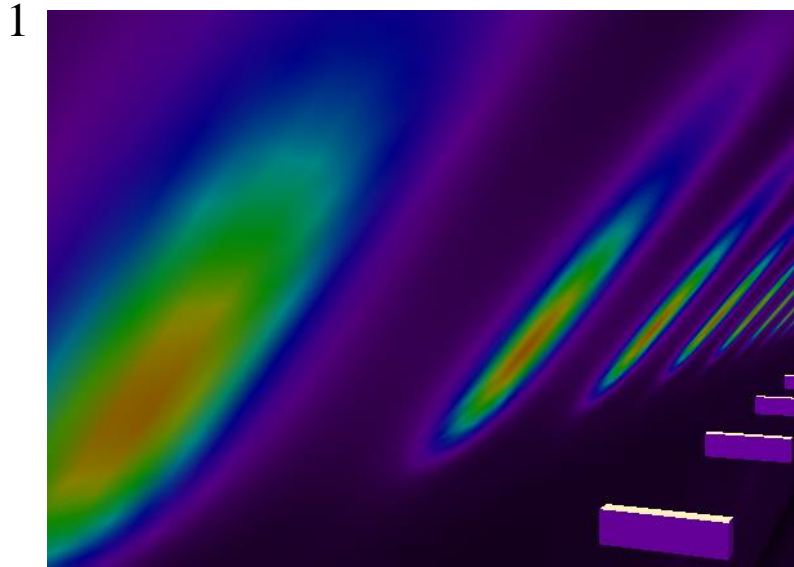
E_{max} [lx]
606

$E_{\text{min}} / E_{\text{cp}}$
0.904

$E_{\text{min}} / E_{\text{max}}$
0.835

Верхнебоковое отраженное освещение позволяет получить высокую и равномерную вертикальную освещенность

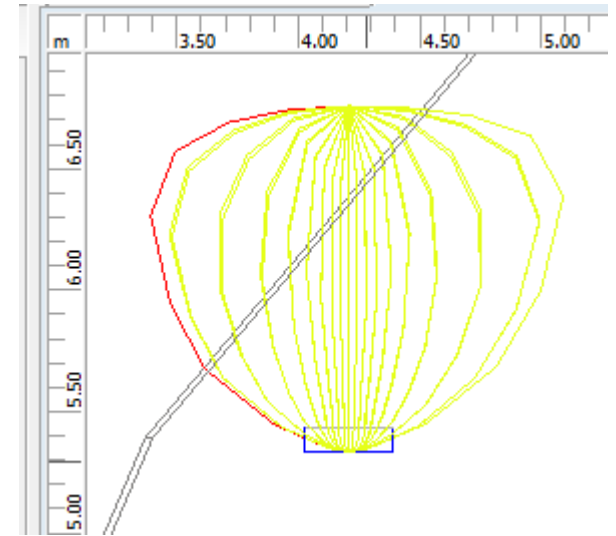
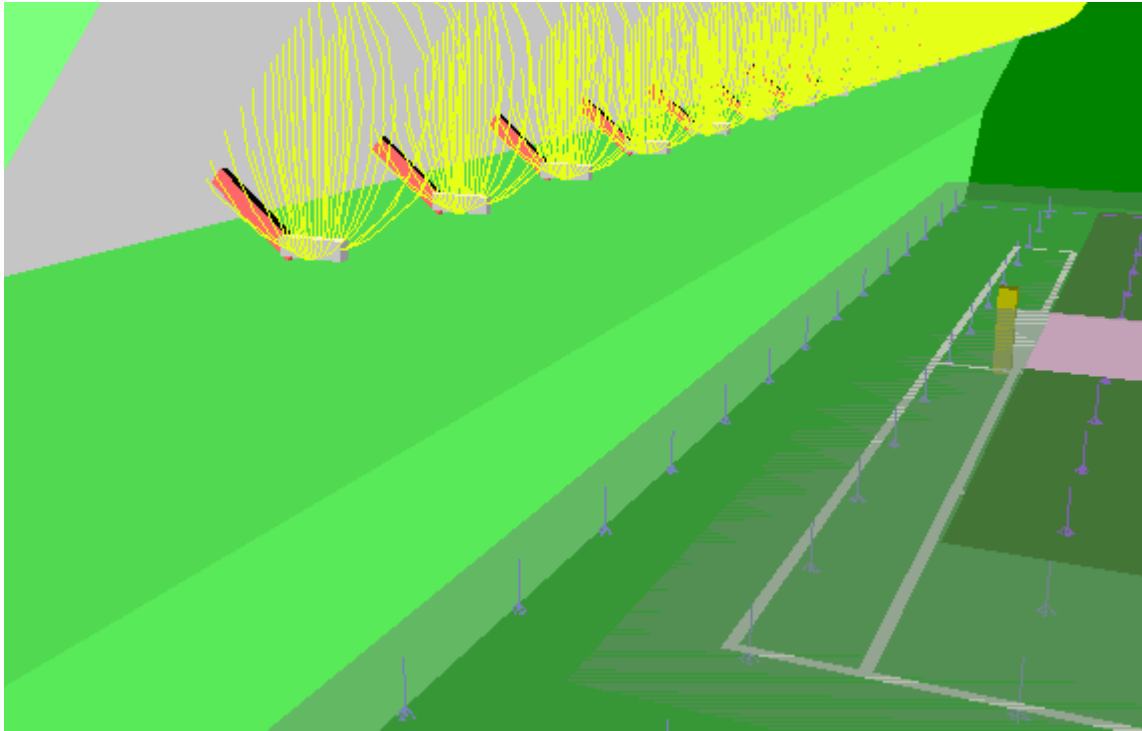
Габаритная яркость



<input type="text" value="5000.00"/>	5000.00	cd/m ²
<input type="text" value="4375.00"/>	4375.00	cd/m ²
<input type="text" value="3750.00"/>	3750.00	cd/m ²
<input type="text" value="3125.00"/>	3125.00	cd/m ²
<input type="text" value="2500.00"/>	2500.00	cd/m ²
<input type="text" value="1875.00"/>	1875.00	cd/m ²
<input type="text" value="1250.00"/>	1250.00	cd/m ²
<input type="text" value="625.00"/>	625.00	cd/m ²
<input type="text" value="0.00"/>	0.00	cd/m ²

Для оценки габаритной яркости светового пятна на отражающей полосе следует переключить таблицу фиктивных цветов в положение яркость (cd/m²). Габаритная яркость зависит от мощности, светового потока прожектора, примененной оптики и удаленности прожектора от отражающей полосы и может устанавливаться в пределах 2000 – 5000 cd/m².

Кронштейны для прожекторов

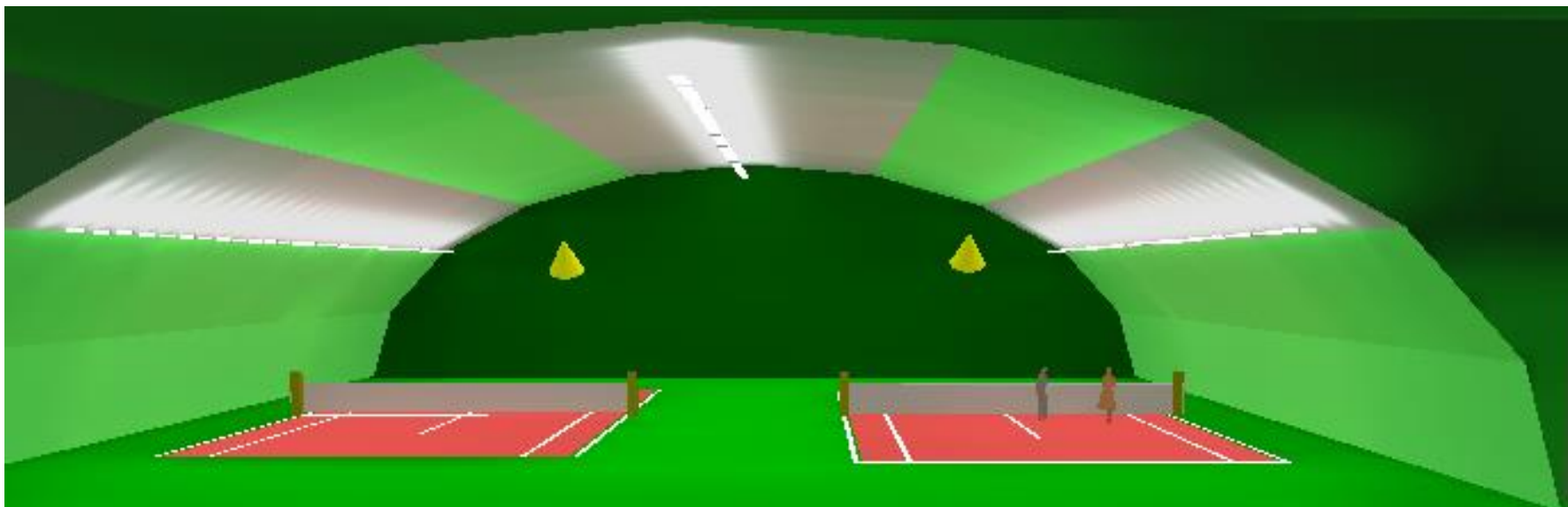


Боковая поверхность корта, прожекторы, кронштейны

Габаритная яркость может регулироваться выбором длины кронштейнов, на котором установлены прожекторы.

8. Сдвоенный теннисный корт

Для двойного корта также применимо верхнебоковое освещение с использованием отраженного излучения. Ослабление освещенности в центре быть скомпенсировано прожекторами, расположенными между кортами.



10. Выводы и рекомендации.

1. Для решения задачи создания теннисного корта с высоко комфортным, не слепящим, бестеневым освещением целесообразно применить отраженное освещение, выполненное по базовой схеме верхнебокового освещения
Верхнебоковое освещение спортивных залов в настоящее время является преобладающим. Использование прямого освещения (особенно светодиодного) вызывает значительный световой дискомфорт. Для ряда спортивных игр допустимо и отраженное освещение от верхней полусферы.
2. Прожекторы целесообразно направить к боковым светоотражающим полосам зала, а соответствующие полосы выполнить с максимальным коэффициентом отражения света.
3. Отражающая полоса на боковой стороне теннисного корт может быть выполнена с применением водно-дисперсионной краски на основе литопона ВО—КЧ-26 по ГОСТ19214-80 .с целью достижения коэффициента отражения 0,9-0,95.
Рекомендуется, исходя из расчетных данных и моделирования, выбирать высоту расположения отражающей полосы на высоте порядка 5-6 метров.
4. Внутренние поверхности теннисного корта следует выполнять с максимально возможными значениями коэффициентов отражения. Игровая площадка и нижняя часть теннисного корта требует применения материалов с коэффициентами отражения до 0,4 в соответствии с особенностями игры и с учетом рекомендаций ИТФ. Коэффициент отражения потолка, свода рекомендуется выбирать со значениями до 0,8.
5. Оптику прожекторов и длину кронштейнов, на которую прожекторы отстоят от отражающей полосы, рекомендуется согласовать таким образом, чтобы наиболее яркая часть светового пятна от прожектора имела габаритную яркость, соответствующую принятым нормам (не более 2000-5000 cd/m²).
6. Для ряда спортивных игр может быть рекомендовано применения отраженного света от потолка при направлении оси прожекторов в сторону свода. Однако отклонение плоскости прожектор от горизонтали будет повышать уровень светового дискомфорта.

11. Источники информации

- [1] BS EN 12193:2007 Light and lighting — Sports lighting
- [2] <http://faelluce.ru/projectinfo/509-tennis-lighting>
- [3] <http://faelluce.ru/projectinfo/480-normy-sportivnogo-osveshcheniya>
- [4] ВСН-1-73 Нормы электрического освещения спортивных сооружений
- [5] Свод правил СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
- [6] СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
- [7] http://www.lightingmedia.ru/magazine/archive/magazine_40.html
Светодиодное освещение спортивных площадок
- [8] <https://www.startbase.ru/knowledge/articles/406/>
- [9] НТФ Cdtnjlbjlyjt jcdotybt www.newhtf.ru
- [10] <https://promled.com/portfolio/osveshenie-stadionov-i-otkrutuh-sportivnuh-ploshadok-proekt-kupit/osvewenie-tennisnogo-korta-golden-cort/>
- [11] http://www.mastercourt.ru/proektiruem_i_stroim_tennisnyy_kompleks.php
- [12] <http://tennis-zubovo.ru/uslugi/arenda-kortov.html>
- [13] http://slsport.ru/public/stroitelstvo-tennisnyh-kortov/normativnie_doc-i-elektrotehniki
- [13] ГОСТ19214-80

[Приложение. Архив \(IES файлы, диалюкс-проекты\).](#)

=====

‘. +7 915 115 76 72 - техподдержка, консультации, проведение семинаров для партнеров, сопровождение проектов - Цыпнятов Сергей Владимирович. <http://www.irtechnologies.ru> E-mail: seva-1969@yandex.ru
40235, Московская область, Воскресенский р-он, п.Хорлово, пл.Ленина, д.1, корп.3
23.07.2018