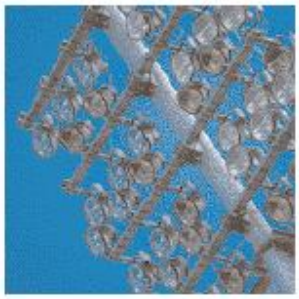
Руководство по искусственному освещению футбольных полей

PHILIPS

Публикация является результатом сотрудничества с ФИФА

FIFA



Руководство по искусственному освещению футбольных полей

Данная публикация является результатом сотрудничества с ФИФА.
Техническое пособие для официальных лиц ФИФА, Членов футбольных Ассоциаций и владельцев футбольных стадионов

ФИФА (Federation Internationale de Football Association)
Технический отдел * Hitzigweg 11 * CH – 8030 Zurich
Тел. 41-1/384 9595 * факс. 41-1/384 9696
Internet: www.fifa.com

Philips Sports Lighting
Rue des Brotteaux * 01708 Miribel Cedex * France
e-mail: info.sportslighting@philips.com

Макет издания
Press'Citron * Dijon * France

Разрешено частичное или полное воспроизведение документа при условии упоминания оригинального источника

1. **Введение ……..……..…….. стр.4**
2. **Требования пользователей ……..…… стр.6**
   - **2.1 Задачи**
   - **2.2 Категории соревнований**
   - **2.3 Размеры полей**
   - **2.4 Зоны без препятствий**
   - **2.5 Беспрепятственный обзор поля**
   - **2.6 Мешающий свет**
3. **Характеристики освещения …….. стр.12**
   - **3.1 Освещенность**
     - **3.1.A Горизонтальная освещенность**
     - **3.1.B Вертикальная освещенность**
   - **3.2 Равномерностьраспределения освещенности**
   - **3.3 Сетки контрольных точек для выполнения расчетов и измерений**
   - **3.4 Градиент освещенности**
   - **3.5 Слепящее действие**
   - **3.6 Цветовые характеристики ламп**
     - **3.6.A Цветовая температура**
     - **3.6.B Цветопередача излучения**
4. **Рекомендации по искусственному освещению ……..… стр.20**
   - **4.1 Типы спортивных сооружений**
   - **4.2 Соревнования, не транслируемые по телевидению**
     - **4.2.A Введение**
     - **4.2.B Проектирование осветительной установки**
     - **4.2.C Сводные требования к освещению при проведении соревнований без телевизионных трансляций**
   - **4.3 Соревнования с трансляцией по телевидению**
     - **4.3.A Введение**
     - **4.3.B Проектирование осветительной установки**
     - **4.3.C Размещение телевизионных камер**
     - **4..3.D Сводные требования к освещению при проведении телевизионных трансляций**
5. **Приложения …….. стр.33**
   - **5.1 Процедура измерения световых характеристик**
   - **5.2 Протокол измерений**
   - **5.3 Словарь терминов**

1. Введение

Освещение достойное чемпионов

Футбол сегодня, наверное, является самым популярным зрелищем в мире. Благодаря телевидению, соревнования подобные Чемпионату Мира, Чемпионату Европы, Лиги Чемпионов или Кубка Америки привлекают внимание большей части населения земного шара. Именно телевиденье придало футболу столь высокий статус. Но справедливо заметить, что телевидение содействует популяризации и развитию всех видов спорта.

При проведении матчей вечером, когда стадионы и телевидение могут собрать наибольшую аудиторию зрителей, для осуществления телетрансляции необходимо обеспечить отличное освещение игрового поля. Освещая игроков, и в некоторых случаях зрителей, ни в коем случае нельзя создавать помехи для зрения. Для игроков и зрителей необходимо создавать оптимальные зрительные условия без ослепления.

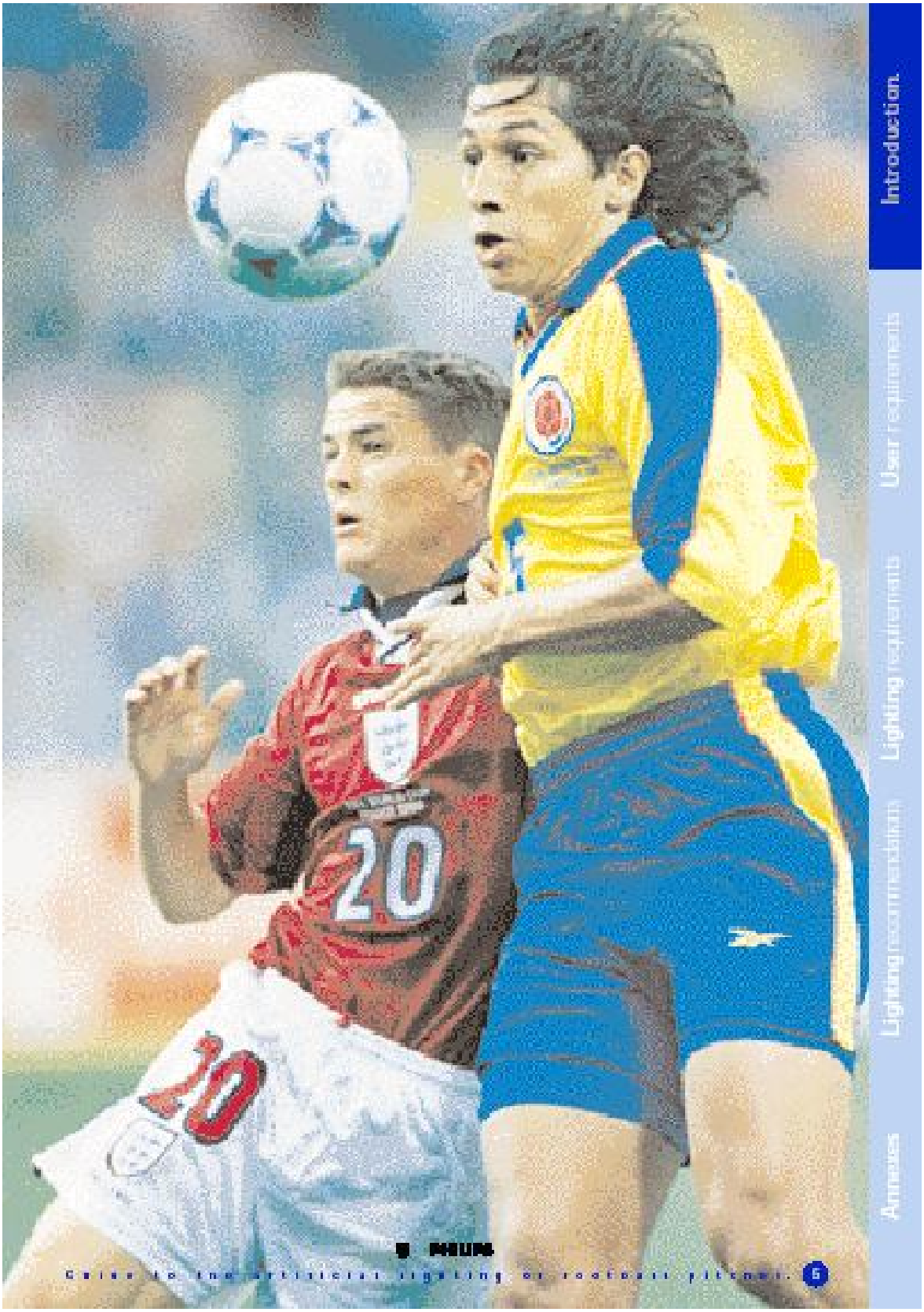
Искусственное освещение нужно также на полях, где люди играют после работы для развлечения и отдыха, и на полях, где проводятся официальные игры без трансляции по телевидению. Хотя уровни освещенности в этом случае будут существенно ниже, чем при телетрансляциях, качество освещения, определяемое равномерностью освещения, зрительным комфортом, минимальной степенью «светового загрязнения» окружающей среды (особенно в жилых районах), должно быть достаточно высоким.

Так как система освещения является лишь одной из многих технических систем, о которых необходимо позаботиться владельцу стадиона или организатору соревнований, ФИФА и Philips Lighting решили подготовить второе издание «Руководства по проектированию искусственного освещения футбольных полей». Новая редакция является более полной и понятной в том, что касается светотехнической терминологии (содержит текстовые описания и иллюстрации основных концепций освещения), содержит требования к новым режимам освещения, которые обеспечивают условия для воспроизведения «замедленных» повторов игровых эпизодов, для цифрового и улучшенного телевещания, позволяющего еще более приблизить действие, происходящее на футбольном поле, к зрителю.

Руководство разделено на две основные части: «Требования к освещению», где объясняются основные светотехнические понятия, и «Проектирование осветительной установки», где приводятся необходимые рекомендации по практической реализации системы освещения, по размещению оборудования, по определению высоты установки, по выбору осветительного оборудования (ламп и прожекторов).

Надеемся, что настоящее руководство поможет в проектировании систем освещения для высококлассных спортивных сооружений, строящихся по всему миру. Нынешним и будущим чемпионам нужны хорошие стадионы, чтобы тренироваться и полностью раскрывать свои возможности.

Январь 2002


PHILIPS
Guide to the artificial lighting of football pitches.
5
Introduction
User requirements
Lighting requirements
Lighting recommendation
Annexes

2. Требования пользователей

Задачи …… 2.1

Основной задачей искусственного освещения является «обеспечение хорошей видимости для всех, кто активно или пассивно наблюдает за тем, что происходит на футбольном стадионе».

Ниже перечислены те категории наблюдателей, чьи требования положены в основу норм искусственного освещения стадионов.

- Игроки, судьи и официальные лица: «Необходимо освещение, которое позволило бы участникам матча в максимальной степени проявить свои способности»
- Зрители на стадионе: «Необходимо ясно видеть все, что происходит на поле, даже с самых удаленных мест»
- Телеоператоры/фотографы: «Освещение по своим количественным и качественным характеристикам должно позволять получать изображения самого высокого качества»
- Удаленная аудитория, наблюдающая матч дома по телевизору или на улице на большом телеэкране
- Рекламодатели: «Точное цветовое воспроизведение, обеспечивающее быстрое распознавание торговой марки»

Категории соревнований …… 2.2

Определены пять классов систем освещения: от I до V. Они в свою очередь сгруппированы по двум категориям: соревнования, транслируемые по цветному телевидению, и соревнования и тренировки, не транслируемые по телевидению.

Для работы телекамер необходимо больше света, чем нужно игрокам на поле или зрителям, стоящим у бровки поля.
В связи с тем, что при больших расстояниях наблюдения видимый угловой размер мяча становится очень малым, потребности в освещении у зрителей, находящихся далеко от поля практически такие же, как у телекамер.

При проведении соревнований без телевизионных трансляций необходимо обеспечивать приемлемые условия видимости для игроков в поле и наблюдателей у боковых линий поля.

Соревнования с трансляцией по телевидению

Класс V Международные трансляции

Класс IV Национальные трансляции

Соревнования без трансляций по телевидению

Класс III Национальные соревнования

Класс II Чемпионаты лиг и клубов

Класс I Тренировки и занятия для отдыха

Размеры полей …… 2.3

В соответствии с правилами, футбольное поле может иметь размеры в пределах от 105 м до 110 м по длине, и от 68 м до 75 м по ширине.

FIGURE 2-3: Permitted pitch dimensions.

Зоны без препятствий …….…… 2.4

Для обеспечения безопасности игроков нельзя располагать осветительные опоры в пределах зоны шириной 5 м по периметру игрового поля.

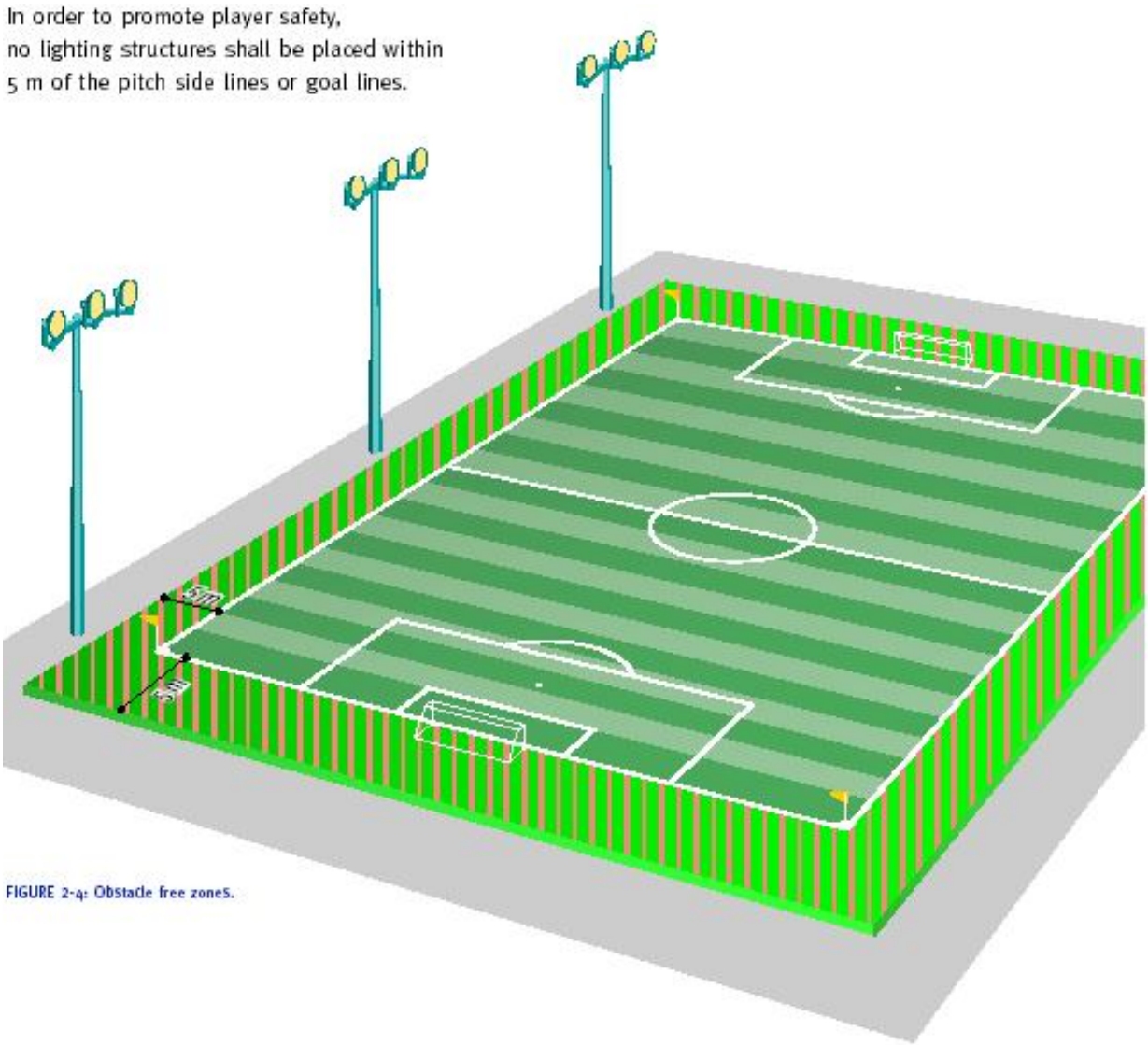


FIGURE 2-4: Obstacle free zones.

Беспрепятственный обзор поля …… 2.5

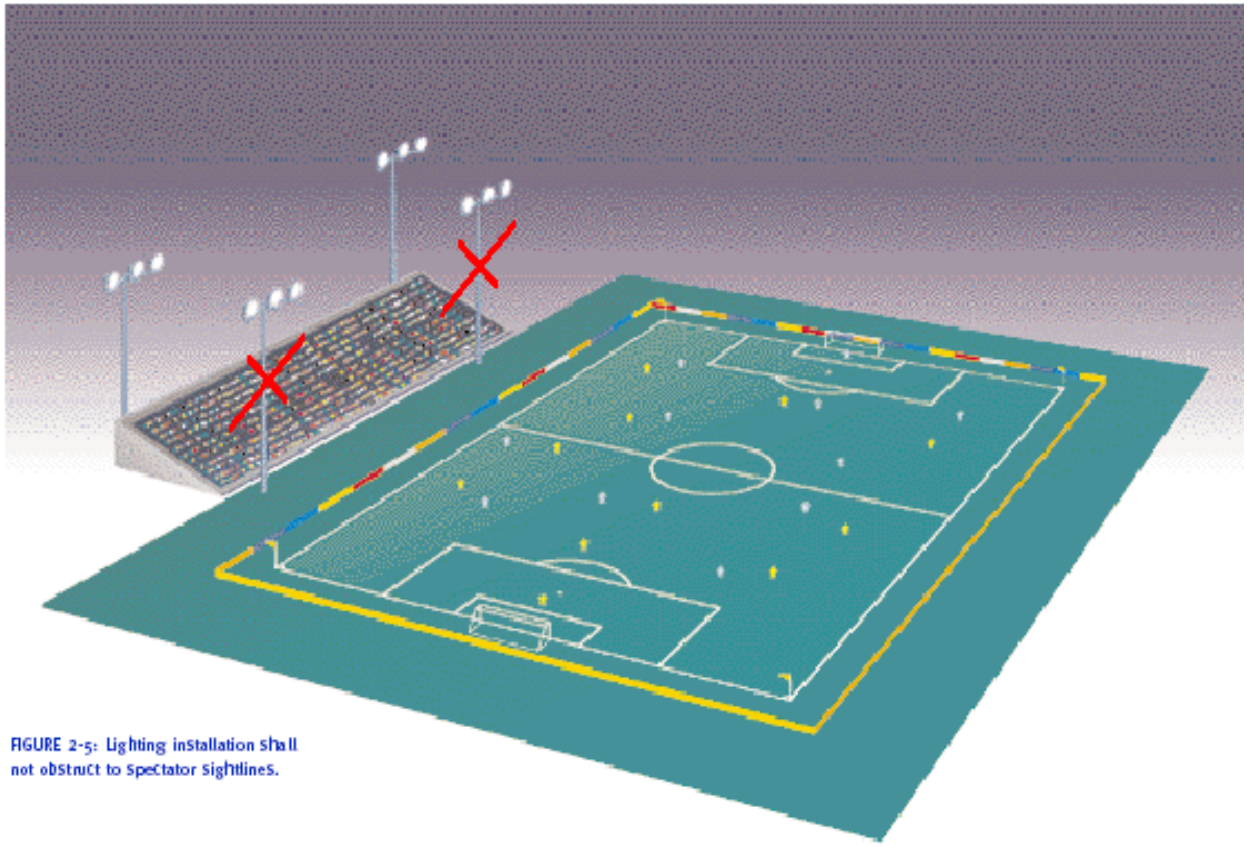


FIGURE 2-5: Lighting installation shall not obstruct to spectator sightlines.

Если на стадионе есть трибуны для зрителей (в виде конструкции с увеличивающейся высотой расположения рядов или на уровне поля), осветительные конструкции должны располагаться вне пределов поля зрения зрителей.

На практике это означает, что осветительные конструкции должны располагаться за зрителями, а это приводит к увеличению требуемой высоты опор.

Мешающий свет …….…… 2.6

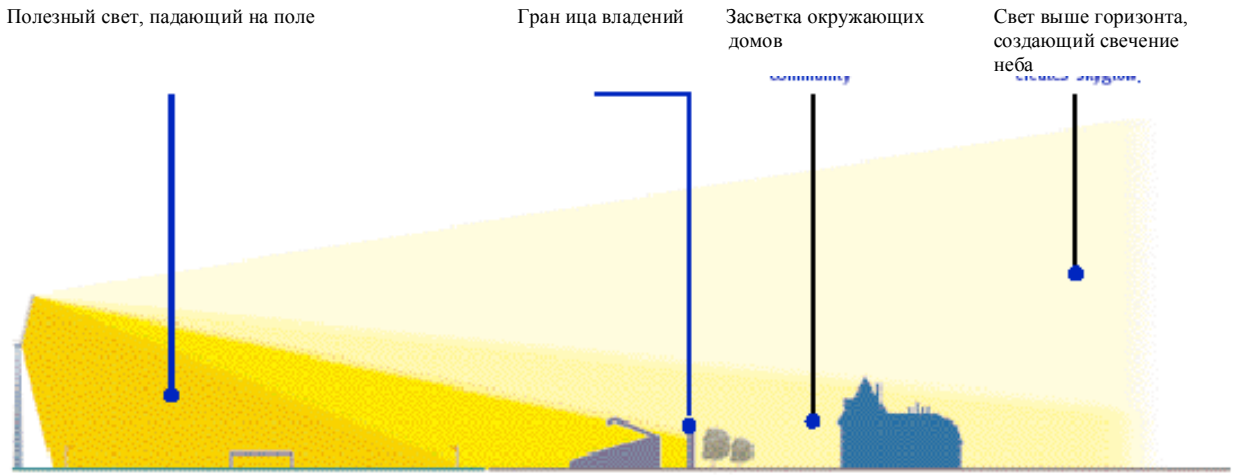


FIGURE 2-6: Element of obtrusive light.

Повсюду в мире все больше внимания обращают на свет, который может мешать людям, живущим рядом с осветительной установкой, или мешать астрономическим наблюдениям ночного неба.

В некоторых странах уже сейчас введены рекомендации, связанные с охраной окружающей среды, а именно, по снижению уровня мешающих засветок жилых домов и предотвращению прямого слепящего действия осветительных установок.

Все более широкое распространение приобретает термин «мешающий свет». Различают три главных составляющих «мешающего света».

«Рассеянный свет»
это свет, падающий на вертикальные поверхности или проникающий внутрь помещений через окна домов и создающий неудобства для живущих неподалеку людей.

«Интенсивность по направлению к наблюдателю»
Яркость или сила света осветительной установки по направлению к наблюдателю.

«Световое загрязнение»
Свет, излучаемый каждым из прожекторов вверх (выше уровня горизонта). Часто он приводит к эффекту, называемому «свечением неба».

3.Характеристики освещения

Необходимо всегда помнить, что назначение осветительной установки: “Обеспечивать условия для хорошей видимости». По мере повышения уровня проводимых матчей должны возрастать и количественные и качественные характеристики освещения, чтобы игроки могли выполнять все игровые приемы быстрее и точнее. Для описания, задания и контроля условий освещения существуют следующие характеристики

Освещенность …….…… 3.1

Количество светового потока, падающего на поверхность, называют освещенностью («E») и измеряют в люксах. Часто эту характеристику подразумевают, когда говорят об «уровне освещения». Данная характеристика не зависит от цвета, текстуры и отражающих свойств поверхности. Она легко может быть рассчитана и измерена.

Освещенность можно рассчитать для любой ориентации поверхности. Это может быть горизонтальная поверхность игрового поля, наклонная плоскость зрительной трибуны или плоскость, направленная в сторону телевизионной камеры.

Горизонтальная освещенность (Eh) … 3.1.A

Средняя «горизонтальная освещенность (Ehave)» поля служит для оценки яркости адаптации зрения, характеризует фон, на котором воспринимаются игроки и мяч, и позволяет идентифицировать объекты на поле быстро и однозначно.

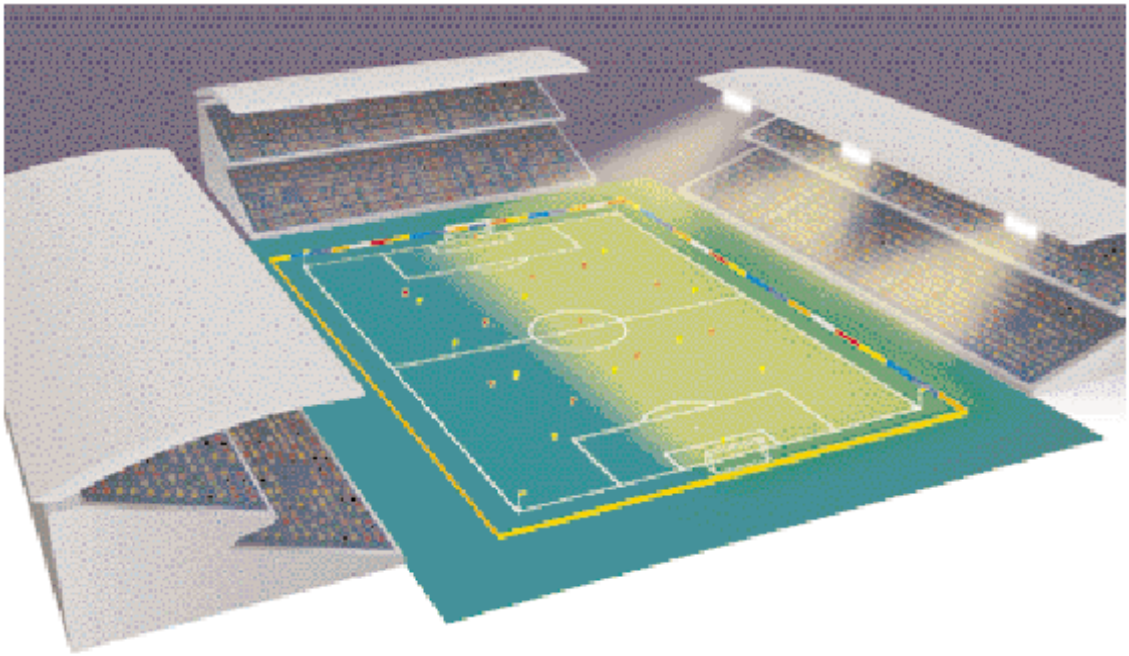


FIGURE 3-1-A: Visualisation of horizontal illuminance.

Вертикальная освещенность (Ev) … 3.1.B

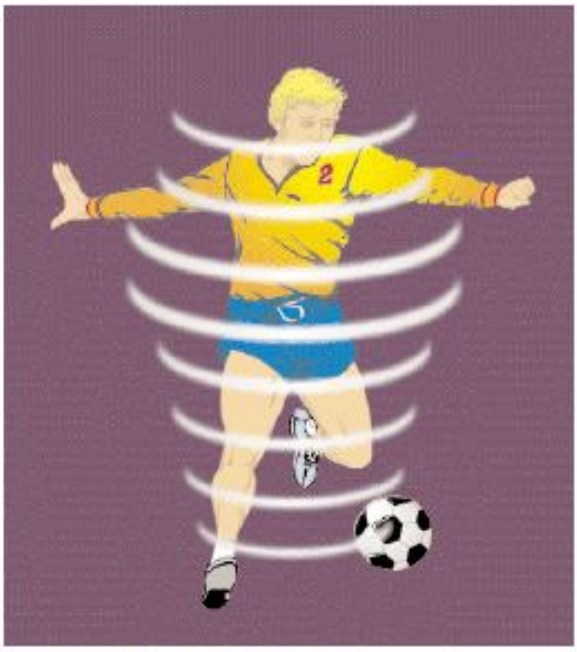


FIGURE 3-1-B-1: Light surrounding the player.

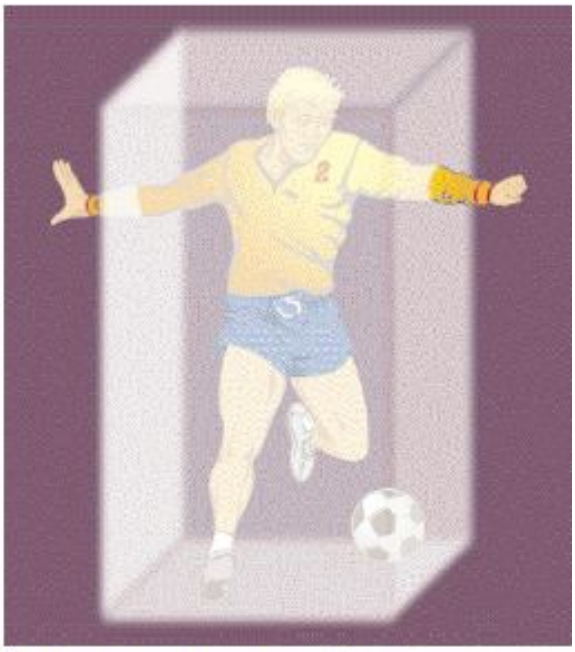


FIGURE 3-1-B-2: Simulated vertical planes of a player.

Вертикальные плоскости используются для моделирования света, падающего на тело игрока. Высота, на которой контролируется уровень вертикальной освещенности, соответствует верхней части тела или лицу игрока.

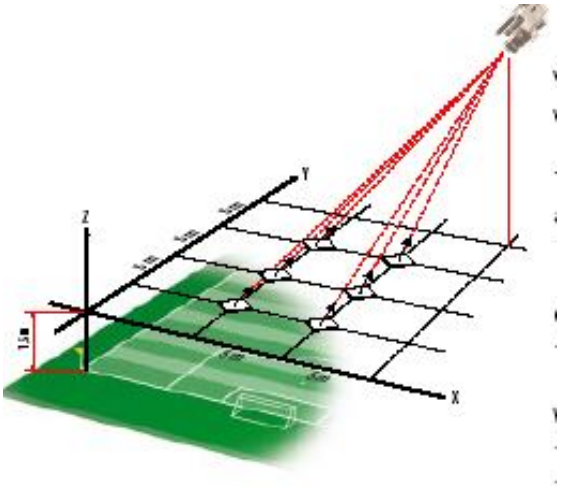


FIGURE 3-1-B-3: Calculation points perpendicular to camera axis.

Под вертикальной освещенностью также часто понимают освещенность в плоскости, направленной в сторону телевизионной камеры. Данная освещенность определяет качество изображения, передаваемого камерой.

Чтобы в камеру попадало достаточное для формирования изображения количество света, необходимо регламентировать и измерять уровни вертикальной освещенности в плоскостях перпендикулярных линии зрения камеры.

Расчеты и измерения следует выполнять для контрольных точек, расположенных на высоте 1.5 м над полем, по направлениям к камере.

Для портативных камер, съемка которыми производится с уровня поля, достаточно рассчитывать освещенность в четырех плоскостях, перпендикулярных границам поля.

Равномерность распределения освещенности … 3.2

В идеальном случае игровое поле должно выглядеть равномерно освещенным, без ярких или темных пятен. В этом случае для зрителей, телевизионных и фотографических систем будут созданы стабильные условия наблюдения.

Равномерность освещения характеризуется двумя соотношениями освещенности: U1 и U2.

U1 характеризует тот диапазон, в пределах которого происходит адаптация зрения и телекамер, и в конечном итоге влияет на **зрительную работоспособность**.

$$U_1 = \frac{\textit{Минимальная освещенность поля}}{\textit{Максимальная освещенность поля}} = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

U2 характеризует различие между уровнем адаптации и наиболее темной точкой поля, т.е. является оценкой **зрительного комфорта**.

$$U_2 = \frac{\textit{Минимальная освещенность поля}}{\textit{Средняя освещенность поля}} = \frac{E_{\min}}{E_{ave}}$$

Значения параметров U1 и U2 приведены в параграфах 4.2.C и 4.3.D раздела 4 «Рекомендуемые характеристики освещения».

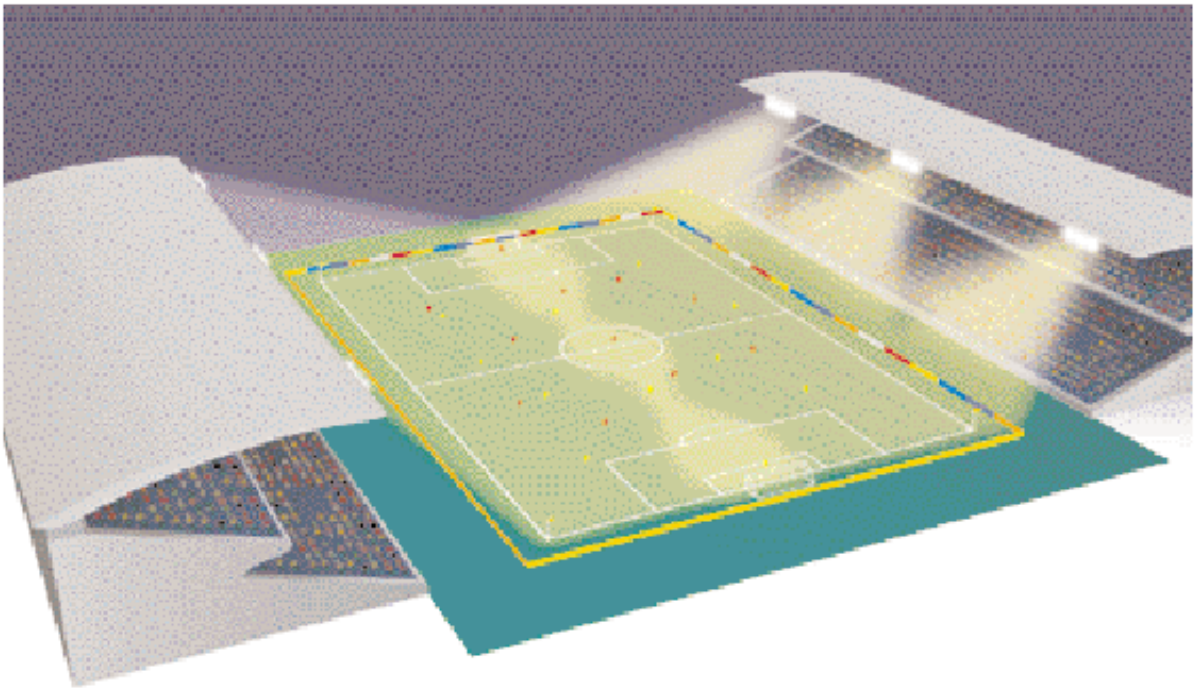


FIGURE 3-2-1: Poor uniform appearance

Плохая равномерность освещения

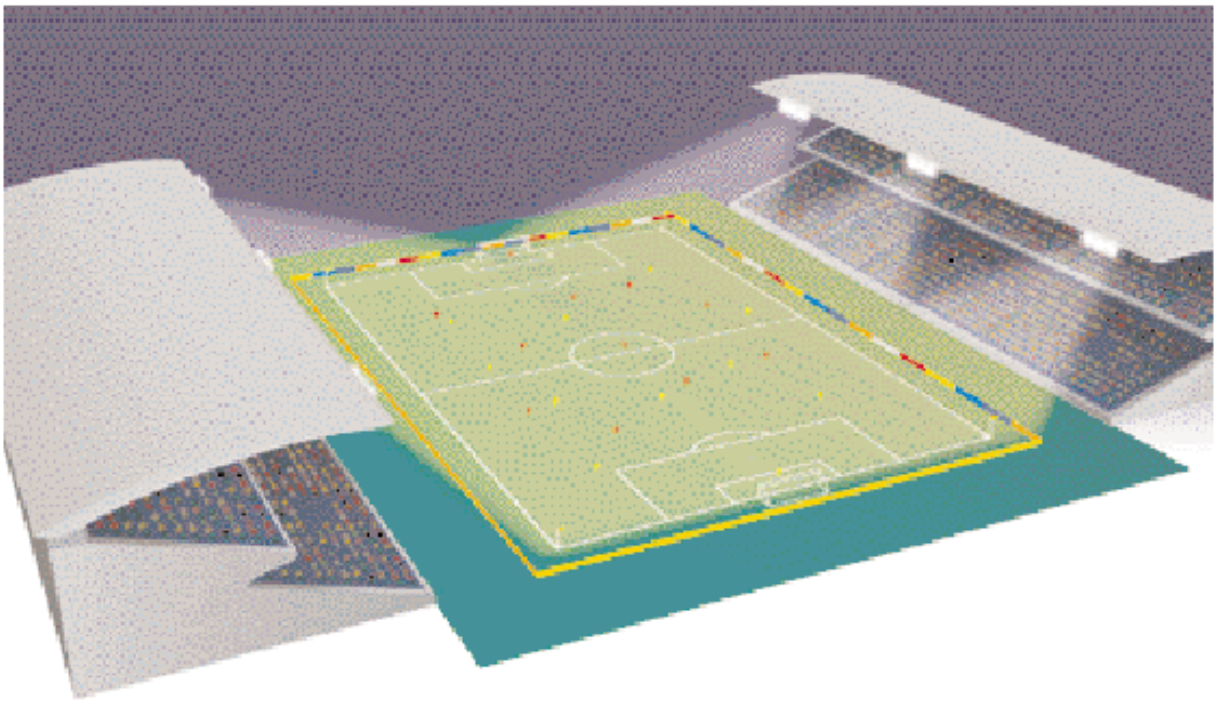


FIGURE 3-2-2: Good uniform appearance

Хорошая равномерность освещения

Сетки контрольных точек для выполнения расчетов и измерений …… 3.3

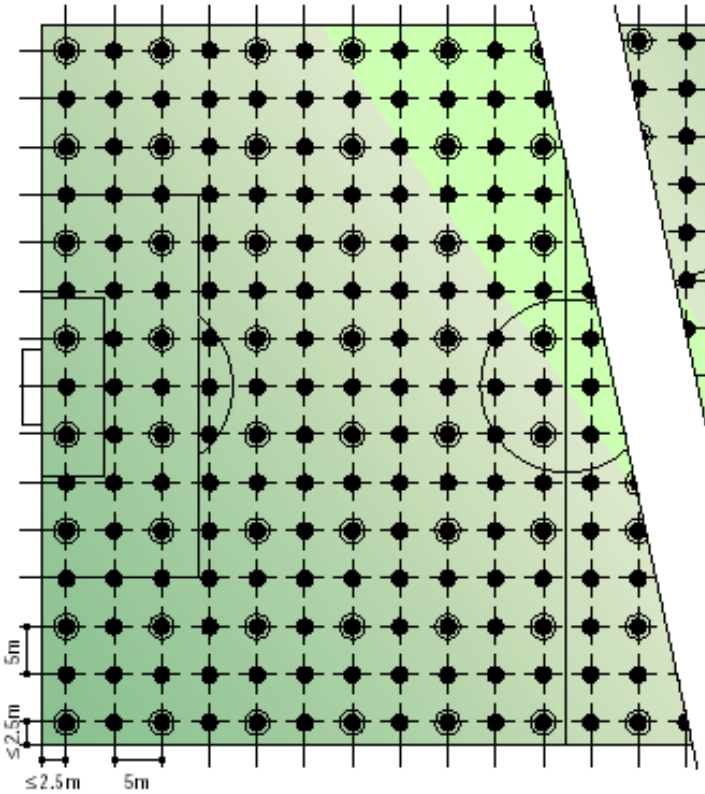
Светотехнические расчеты позволяют оценить характеристики осветительной установки, а измерения – убедиться, что система освещения соответствует поставленным требованиям.

Задание, расчет и измерение характеристик осветительной установки выполняется в контрольных точках сетки, которая накладывается на игровое поле.

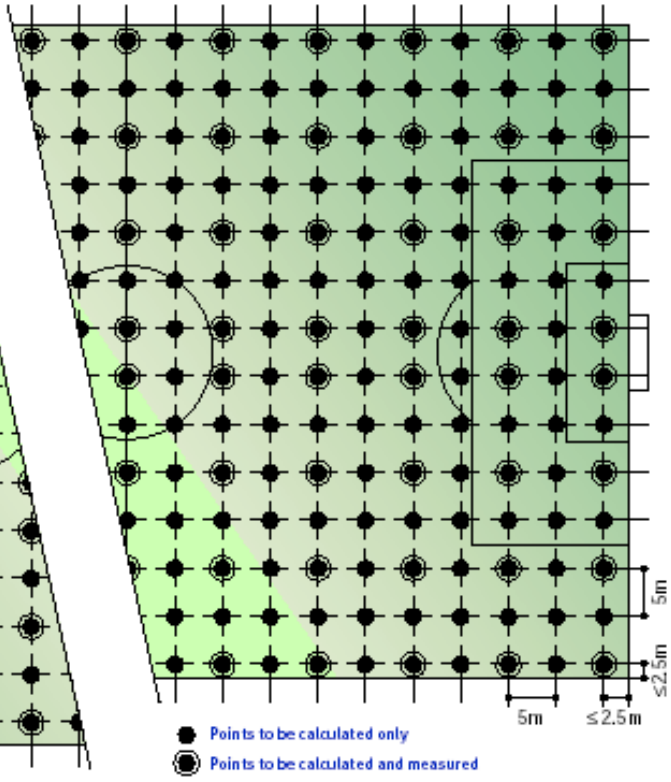
Именно в контрольных точках рассчитываются значения горизонтальной и вертикальной освещенности, определяются соотношения равномерности и оценивается градиент освещенности.

Ниже приведены сетки, которые рекомендуются для полей размерами 105 м х 68 м и 110 м х 75 м. Применение стандартных сеток позволяет иметь общую основу для сравнения разных систем освещения.

Сетка для поля 110 м х 75 м



Сетка для поля 105 м х 68 м



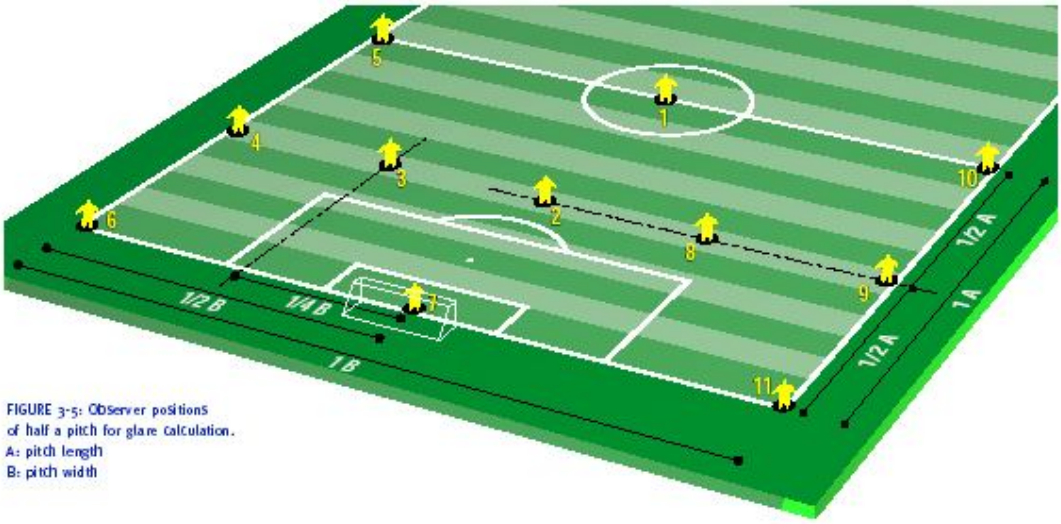
Примечание: Рекомендуемое расстояние между контрольными точками равно 5 м. Это округленное значение, близкое к тому, что приведено в европейском стандарте EN 12193.

Градиент освещенности …… 3.4

В то время как равномерность характеризует общие условия видимости поля, градиент освещенности позволяет оценить изменения уровней освещенности в соседних точках поля.

Слишком резкие изменения освещенности могут вызвать неожиданные потери яркости телевизионного и фотографического изображения. Чтобы избежать возникновения эффектов такого рода, перепады освещенности в соседних точках сетки не должны превышать 20% как в горизонтальной, так и в вертикальных плоскостях, для режима телевизионной трансляции матчей, и не более 55% - для всех остальных режимов освещения.

Слепящее действие …… 3.5



Стандартные положения наблюдателей, для которых производится расчет слепящего действия осветительной установки

Осветительная установка должна быть выполнена так, чтобы освещение не создавало помех для действий игроков, судей, официальных лиц, а также было комфортным для зрителей.

Слепящее действие обусловлено разницей (контрастом) между прямой яркостью осветительной установки и яркостью поля. Когда соотношение этих яркостей слишком велико, это может привести к снижению зрительных функций или дискомфорту. Один из наиболее эффективных способов контроля слепящего действия заключается в выборе адекватной высоты установки и расположения оборудования относительно игрового поля.

С точки зрения вратаря наиболее критичными в отношении ослепления являются зоны вокруг угловых флажков. Поэтому прожектора, направленные во вратарскую площадку или через нее, нельзя располагать над или в зоне вокруг угловых флажков. См. Раздел 4 «Рекомендации по искусственному освещению».
Для оценки слепящего действия осветительной установки существует метод расчет «показателя ослепленности» - GR. Числовые значения GR проранжированы по шкале субъективных оценок от 10 (незаметное слепящее действие) до 90 (невыносимое слепящее действие). Показатель ослепленности не должен превышать величину GR = 50 для любого положения наблюдателя в пределах поля.
Значения GR следует рассчитывать для игроков (наблюдателей), расположенных в точках, указанных на рис.3-5. При проектировании освещения можно добавить другие положения наблюдателей, если есть опасения, что там могут возникнуть проблемы ослепления.

Цветовые характеристики ламп … 3.6

Обеспечить хорошее цветовое восприятие желательно даже для любительского и клубного уровня матчей. Для матчей же, транслируемых по телевидению эта задача стоит наиболее остро, так как современные стандарты телевещания предполагают естественное воспроизведение цветов.

Существует много разных типов источников света, и множество обозначений, используемых для их описания. Вместе с тем, излучение источников света можно характеризовать двумя основными параметрами:

Цветовая температура …… 3.6 А

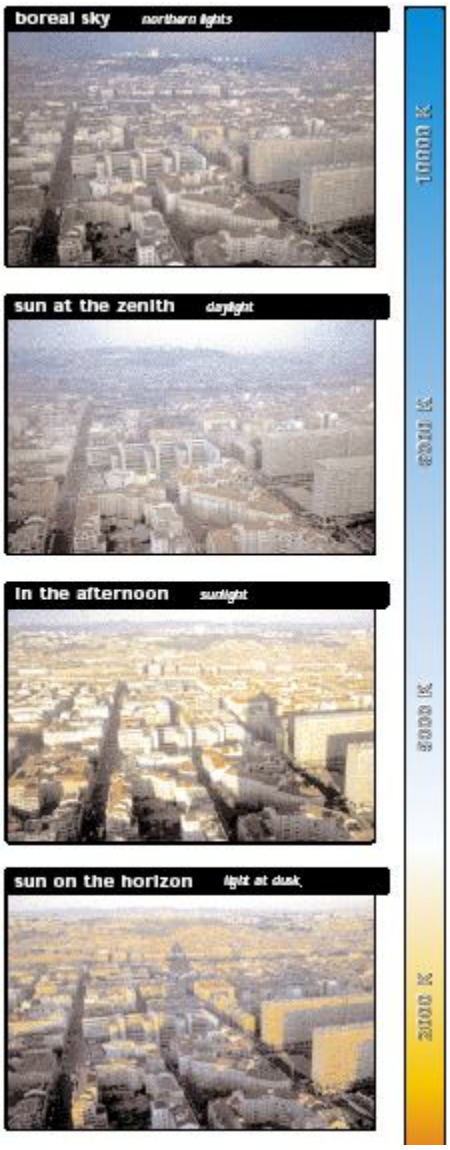


Рис. 3-6-А. Диапазон цветовых температур естественного света

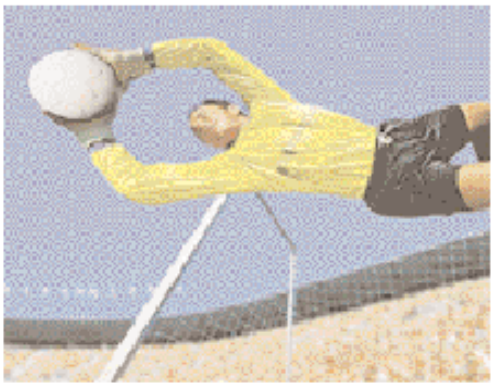
Цветовая температура (Тцв) характеризует воспринимаемый цвет излучения; измеряется градусами по шкале Кельвина (К).

Диапазон цветовых температур источников, применяемых для наружного освещения, составляет от 2000 К до 6500 К, и от 3000 К до 6500 К – для внутреннего освещения.

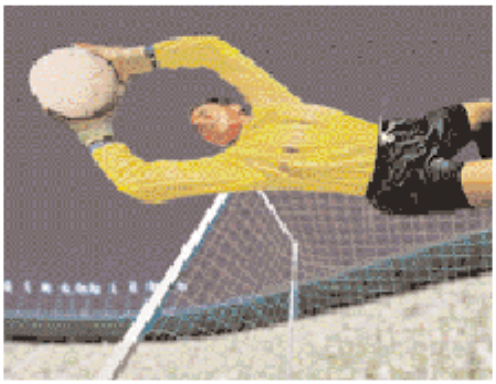
В системах искусственного освещения, которые применяются вместе с естественным светом, следует использовать источники света с цветовой температурой близкой к цветовой температуре дневного света. Телекамера одномоментно может быть настроена только на одну цветовую температуру. Фотопленки, предназначенные для спортивной съемки, адаптированы к дневному освещению с цветовой температурой 5500 К.
Из рис.3-6-А видно, что послеполуденные условия естественного освещения характеризуются цветовой температурой около 5000 К.

Рекомендуемые значения цветовых температур излучений для случаев освещения матчей с трансляцией и без трансляции по телевидению приведены в Разделе 4 настоящего документа.

Цветопередача излучения …… 3.6 В



Естественный (дневной) свет



Низкая цветопередача при искусственном освещении

Хорошая цветопередача при искусственном освещении

Цветопередача (оценивается индексом цветопередачи Ra) характеризует способность источника света воспроизводить цвет объекта. Практический диапазон изменения цветопередачи по шкале Ra составляет 20 – 100. Чем выше значение Ra, тем точнее воспроизведение цвета объекта.

Степень точности воспроизведения цвета в спортивной осветительной установке зависит от ее назначения. Например, для оздоровительных занятий физкультурой цветопередача не столь важна, как для телетрансляций матчей. Высокая степень цветопередачи во многом определяет качество телевизионного и фотографического изображений.

В нижеприведенной таблице указаны рекомендуемые диапазоны значений индексов цветопередачи для различных применений. В общем случае, телевещатели стремятся создать яркий образ с насыщенными цветами. Осуществить это можно, используя источники света с хорошей цветопередачей (Ra>80).

Определение	**Индекс цветопередачи**
Совпадение цвета (реклама)	**Ra 91 – 100**
Хорошая цветопередача	**Ra 81 - 90**
Умеренная цветопередача	**Ra 51 - 80**
Низкая цветопередача	**Ra 21 - 50**

4. Рекомендации по искусственному освещению

Приведенные ниже светотехнические параметры осветительных установок рекомендуется обеспечивать при проведении соревнований, для чего необходимо проводить техническое обслуживание осветительных приборов в течение всего срока службы.

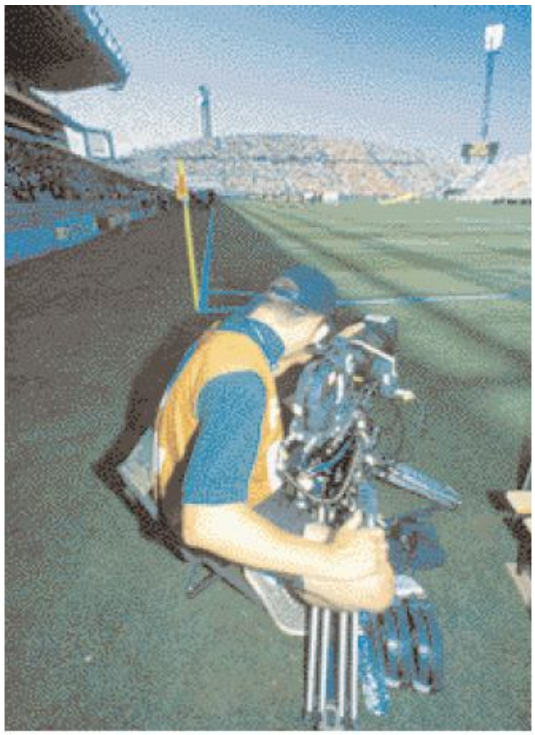
Типы спортивных сооружений 4.1

Все спортивные сооружения можно разделить на две группы, которые отличаются не типом постройки или количеством мест для зрителей, а уровнем проводимых соревнований и предъявляемыми требованиями к освещению.
Иными словами, можно выделить спортивные сооружения, **не предназначенные для проведения телевизионных трансляций** и **предназначенные для проведения телетрансляций.**

Целью искусственного освещения является создание условий хорошей видимости для всех участников спортивного мероприятия. В то же время, искусственное освещение не должно мешать жителям, проживающим вблизи стадиона.

Приведенные ниже рекомендации предназначены помочь при проектировании новых или реконструкции существующих спортивных сооружений.

Non-televised events.



Televised events.

Соревнования, не транслируемые по телевидению 4.2

Введение 4.2.A

На спортивных сооружениях, не предназначенных для проведения телевизионных трансляций, могут проводиться следующие мероприятия:

Класс III Игры национальных чемпионатов
Класс II Игры низших лиг и клубов
Класс I Тренировки и отдых

Как правило, спортивные сооружения для проведения соревнований без ТВ трансляций размещаются в жилых районах и имеют небольшое количество мест для зрителей.
При проектировании искусственного освещения таких спортивных площадок необходимо обеспечить равномерное освещение горизонтальной поверхности поля независимо от схемы размещения прожекторных опор.

Проектирование осветительной установки 4.2.B

Угловое расположение осветительных мачт

Прожекторные мачты должны располагаться в разрешенных зонах относительно игрового поля и находиться за пределами поля зрения игроков в стандартных игровых ситуациях

Размещение прожекторных мачт
Границы разрешенных зон определяются прямыми линиями, проведенными под углом 10° к линии ворот и под углом 5° к боковой линии.

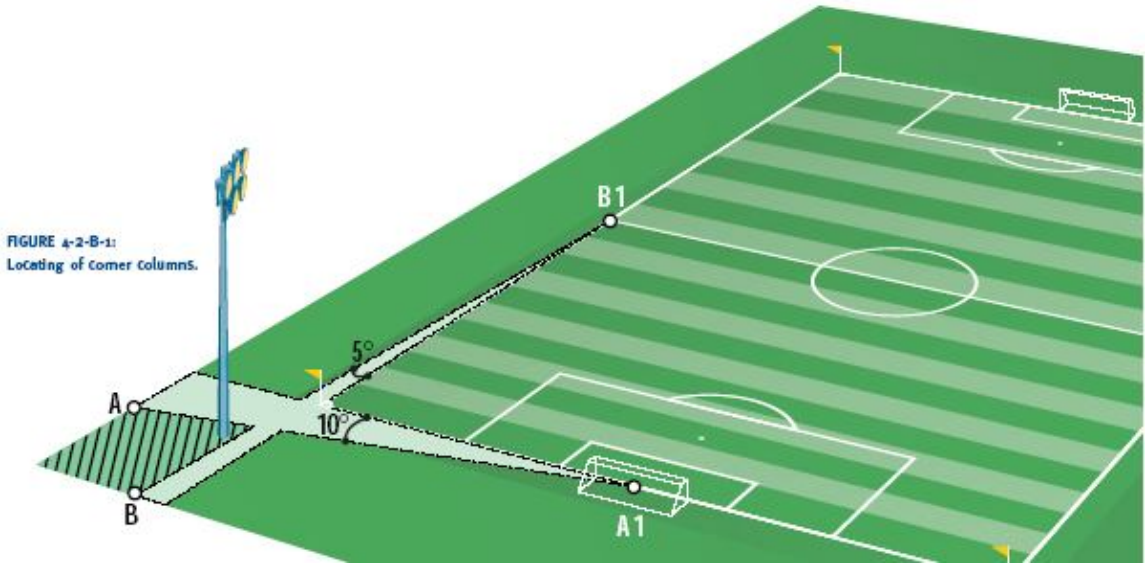
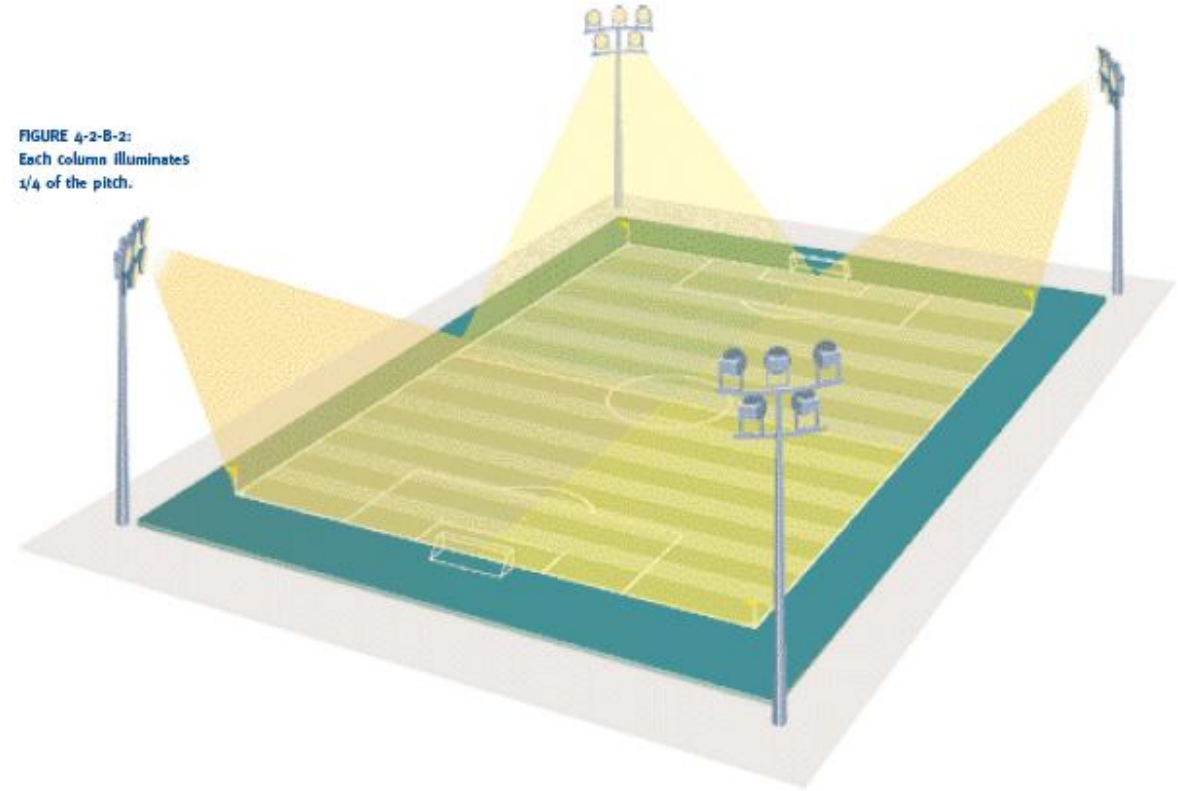


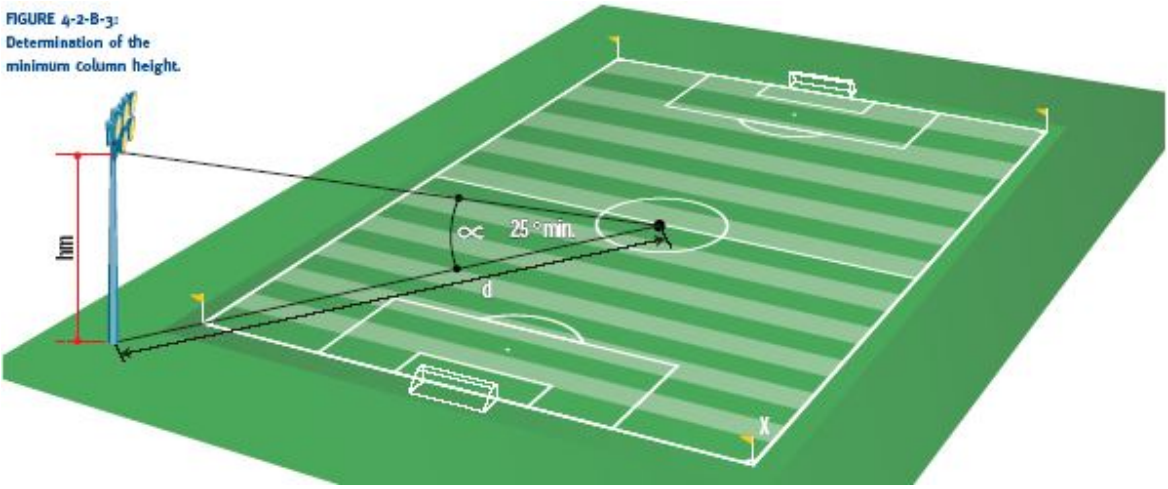
FIGURE 4-2-B-1:
Locating of corner columns.

Определение высоты прожекторных мачт

Для создания равномерного освещения необходимо, чтобы прожекторы, установленные на прожекторной мачте, могли освещать ближний к данной мачте квадрант поля.



Высоту прожекторной мачты можно определить как высоту, при которой угол между направлением от центра поля к нижнему ряду прожекторов в прожекторной батарее и горизонталью составляет не менее 25°. (Hm=d x tgα)



Размещение прожекторных мачт вдоль боковой линии поля

Размещение прожекторных мачт вдоль боковой линии поля позволяет использовать более низкие, чем при угловом размещении, мачты.
Самыми распространенными являются схемы с использованием четырех, шести и восьми прожекторных мачт.

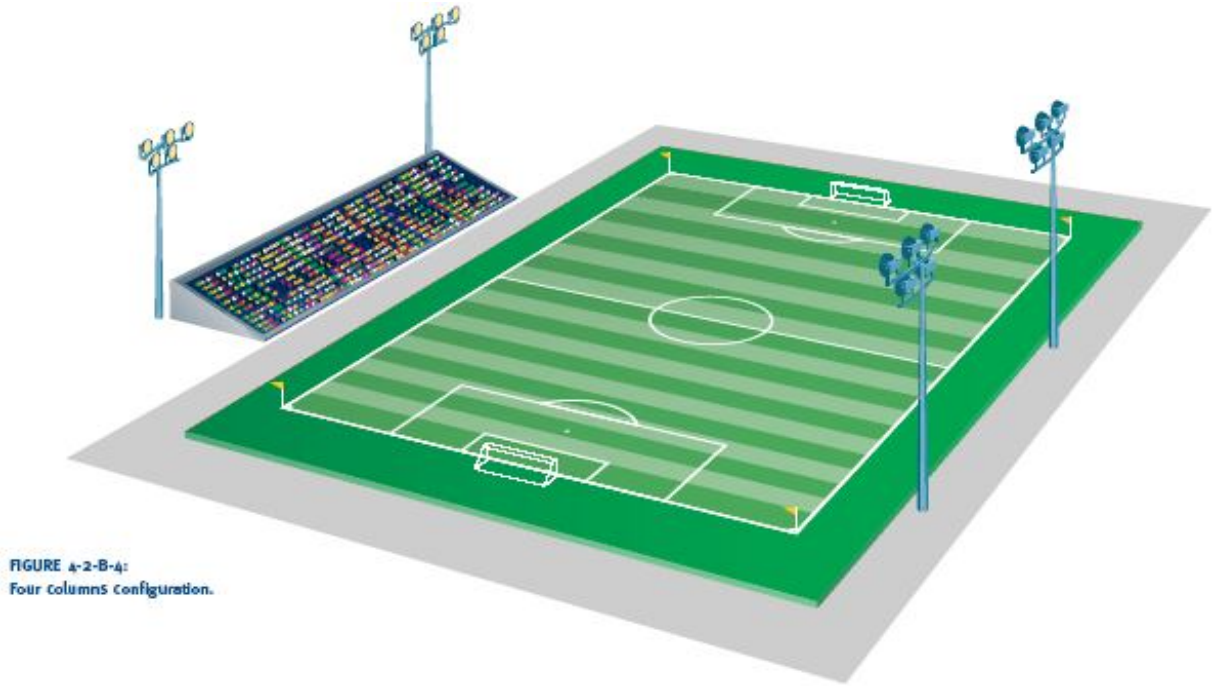


FIGURE 4-2-B-4:
Four columns configuration.

Схема бокового размещения четырех мачт является альтернативной для схемы углового размещения, при этом мачты, как правило, располагаются сразу же за трибунами. Количество рассеянного света при этой схеме несколько больше, чем в схемах с шестью и восемью мачтами.

FIGURE 4-2-B-5:
Six columns onfiguration.

FIGURE 4-2-B-6:
Eight columns configuration.

Шести и восьмимачтовые схемы применяются для уменьшения количества рассеяного света и, одновременно, для уменьшения высоты прожекторных мачт.

Разрешенные места размещения прожекторных мачт
Прожекторные мачты должны находится за пределами 10° зоны с каждой стороны от линии ворот, что обеспечивает вратарю хорошую видимость в направлении углового флага.

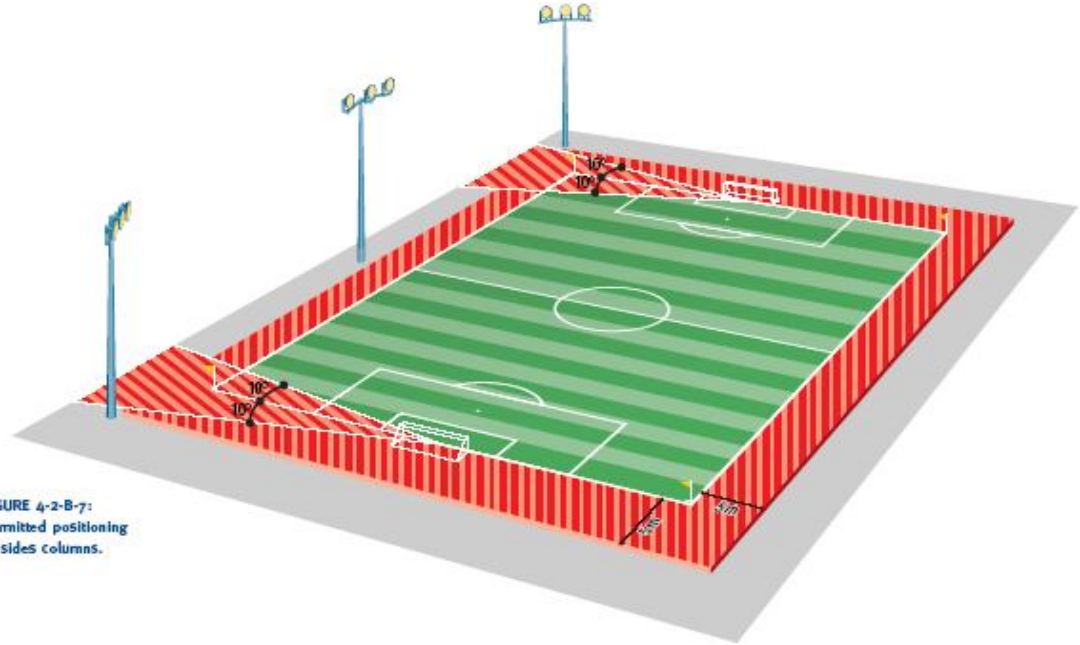


FIGURE 4-2-B-7:
Permitted positioning of sides columns.

Определение высоты прожекторных мачт
Высоту прожекторных мачт можно определить как высоту, при которой угол между направлением к нижнему прожектору от продольной оси поля и горизонталью составляет не менее 25°.(Hm=d x tgα)
Не рекомендуется использовать мачты ниже 15 метров, так как это приводит к увеличению зрительного дискомфорта.

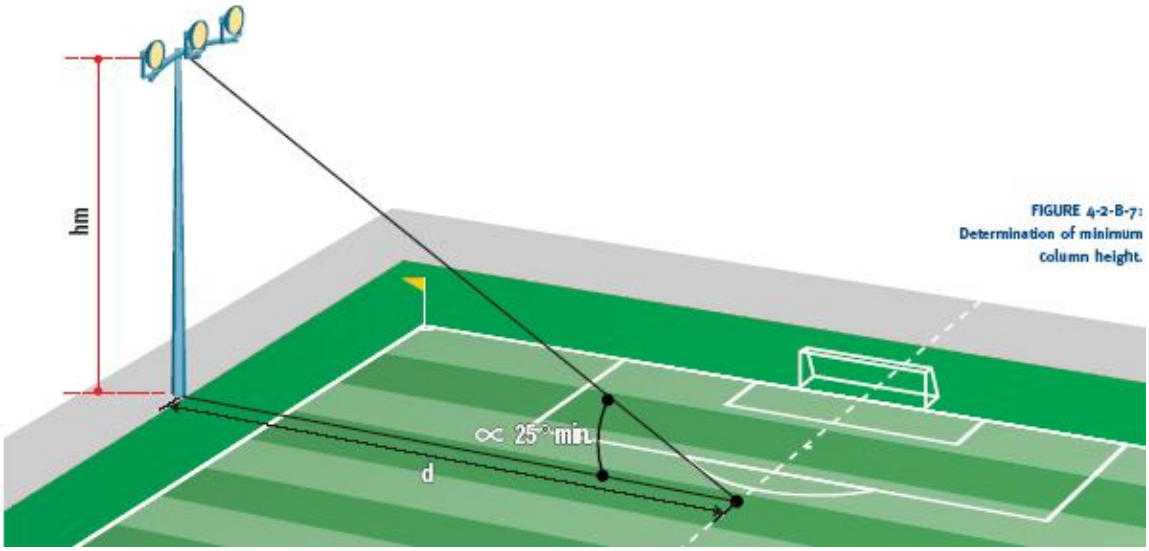


FIGURE 4-2-B-7:
Determination of minimum column height.

Сводные требования к освещению при проведении соревнований без телевизионных трансляций ... 4.2.С

В таблице, приведенной ниже, даны характеристики освещения, которые необходимо учитывать при проведении соревнований без телевизионных трансляций.
В ней указаны рекомендованные уровни горизонтальной освещенности, равномерность распределения освещенности, уровень слепящего действия и цветовые характеристики источников света для каждого класса соревнований.

Рекомендуемые характеристики освещения футбольных полей (без проведения телевизионных трансляций)					
Класс игры	**Средняя горизонтальная освещенность Eh_{ave} люкс**	**Равномерность U_2**	**Индекс блескости GR**	**Цветовая температура Тцв , К**	**Индекс цветопередачи Ra**
Национальный чемпионат III	500*	0,7	≤ 50	>4000	80
Низшие лиги и клубы II	200*	0,6	≤ 50	>4000	65
Тренировки I	75*	0,5	≤ 50	>2000	20

Примечания:

Приведены значения освещенности на момент конца периода без обслуживания ОУ (т.н. «поддерживаемые» уровни освещенности)
При проектировании рекомендуется использовать коэффициент запаса равный 1,25
Градиент освещенности между точками, расстояние между которыми 5 м, не должен превышать 55%

Соревнования с трансляцией по телевидению 4.3

Введение... ... ... 4.3.A

Спортивные сооружения, с которых проводятся телевизионные трансляции, предназначены для проведения соревнований следующих уровней:

Класс V Международные соревнования

Класс IV Национальные соревнования

Проектирование осветительной установки 4.3.B

Несмотря на то, что осветительная техника продолжает совершенствоваться, правильное размещение и выбор высоты установки осветительных приборов имеют решающее значение при создании осветительной системы, отвечающей современным требованиям телевизионного вещания.

Угловое размещение мачт

Положение прожекторных мачт
Угловые мачты должны располагаться в разрешенных зонах относительно игрового поля и находиться за пределами поля зрения игроков в стандартных игровых ситуациях.

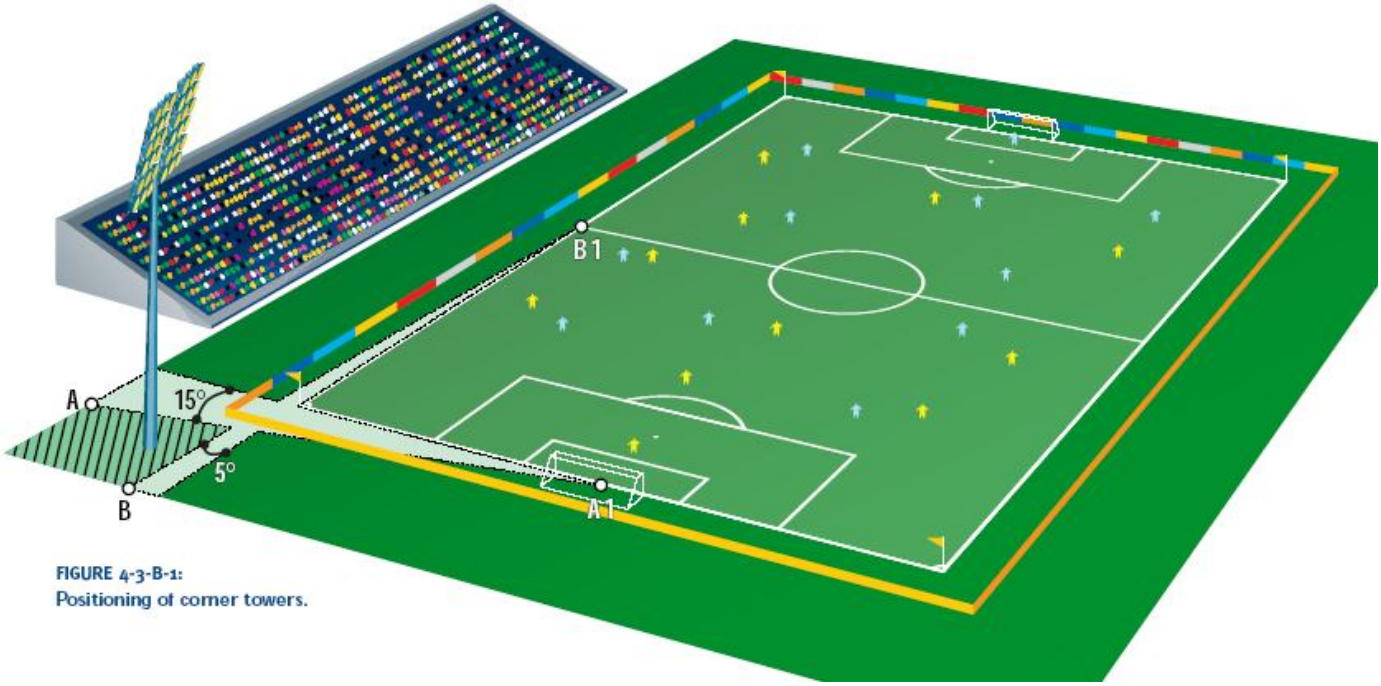


FIGURE 4-3-B-1:
Positioning of corner towers.

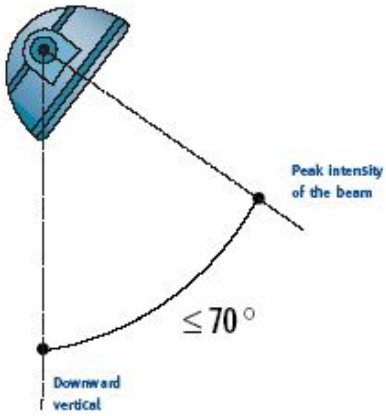


FIGURE 4-3-B-2:
Floodlight tilt angle must be ≤ 70°.

Максимальный угол угол наклона прожектора
Для ограничения слепящего действия осветительной установки и уменьшения количества рассеянного света за пределами спортивного сооружения, угол наклона оптической оси прожектора по отношению к вертикали не должен превышать 70°.

Проектирование прожекторных батарей
При проектировани прожекторных батарей необходимо обеспечить достаточное расстояние между соседними прожекторами как по горизонтали, так и по вертикали, чтобы не происходило экранирование световых пучков соседними прожекторами.
Для устранения затеняющего эффекта в случае использования вертикальных прожекторных батарей, расстояние между рядами должно быть увеличено. Наклон прожекторной батареи на 15° по направлению к полю позволяет уменьшить размер батареи и устранить затеняющий эффект.

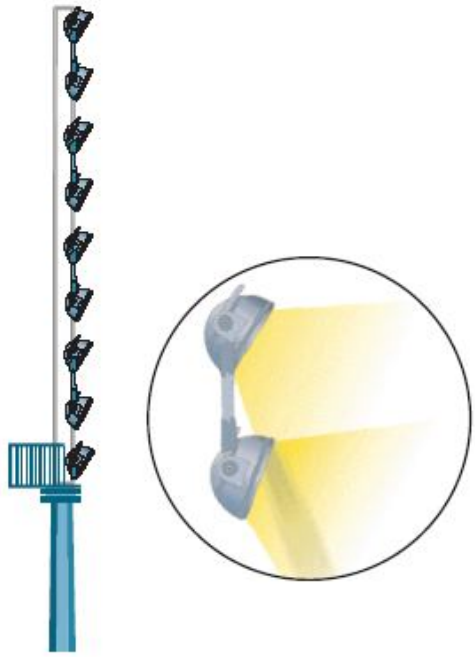


FIGURE 4-3-B-3:
Not recommended
vertical headframes.

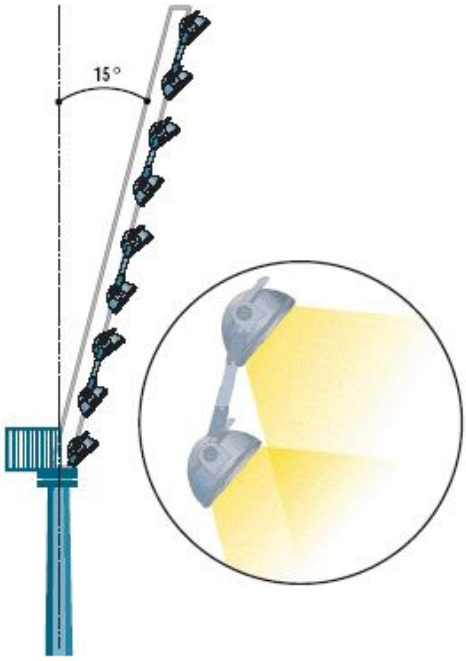


FIGURE 4-3-B-4:
Recommended tilt head
frame forward 15°.

Определение высоты прожекторных мачт
Высота прожекторных мачт выбирается из условия выполнения требований к освещению на всех участках поля по отношению ко всем используемым телекамерам.

На начальном этапе высоту прожекторных мачт можно определить как высоту, при которой угол между направлением от центра поля к середине прожекторной батареи и горизонталью составляет не менее 25°. При этом угол наклона оптической оси любого прожектора по отношению к вертикали не должен превышать 70°.

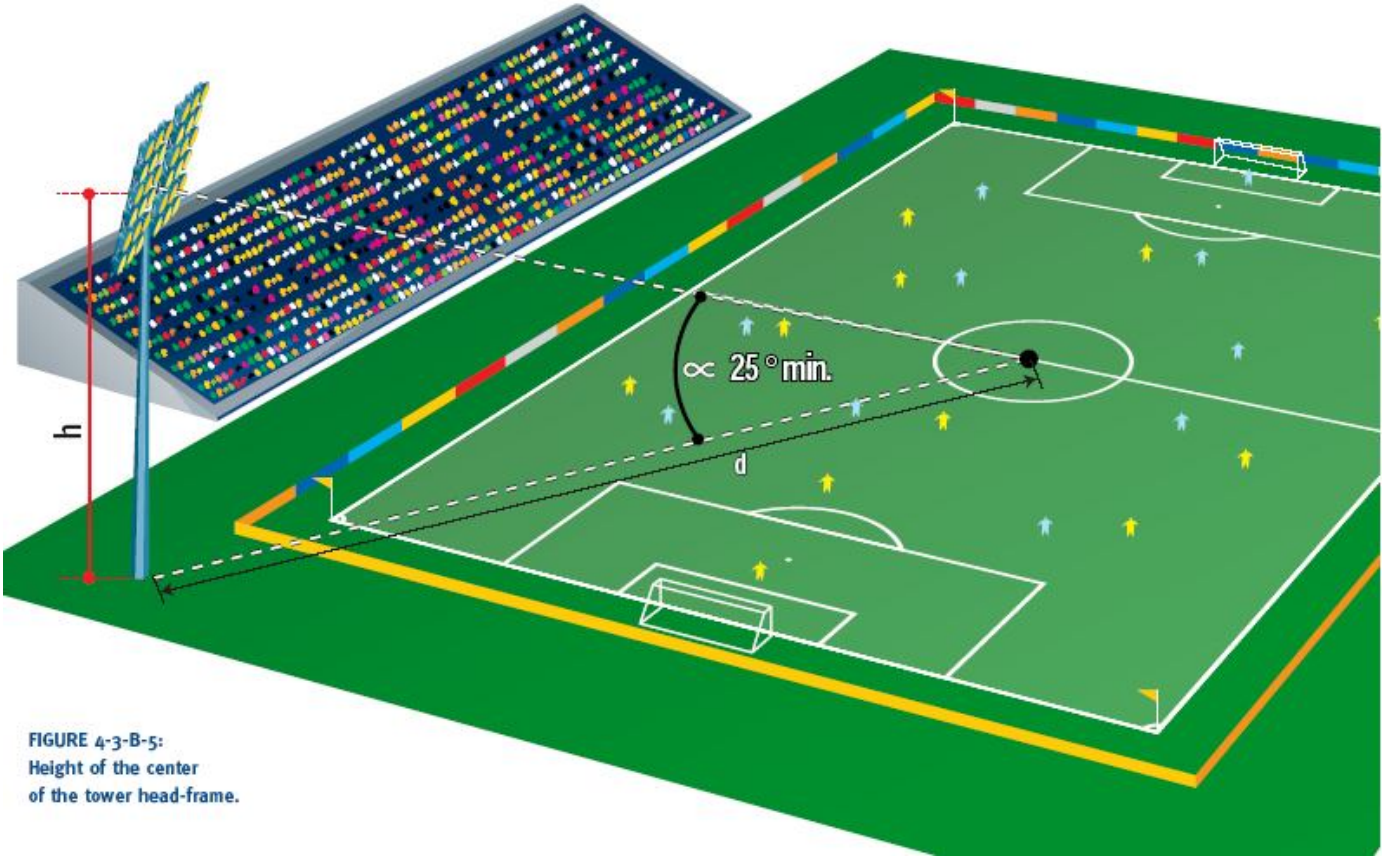


FIGURE 4-3-B-5:
Height of the center
of the tower head-frame.

Боковое размещение прожекторов

В настоящее время для освещения футбольных стадионов часто используется линейная система освещения, при которой осветительная установка располагается на элементах конструкции козырьков над трибунами. Такая система позволяет приблизить прожекторы к игровому полю, что повышает эффективность осветительной установки по сравнению с четырехмачтовой системой.

Применение линейной системы позволяет избежать появления резких и мешающих теней, что создает более комфортные условия наблюдения соревнований для зрителей на трибунах и телезрителей.

Разрешенное продольное размещение прожекторов
Для обеспечения условий хорошей видимости в углах поля для вратарей и игроков атаки, осветительное оборудование не должно размещаться в пределах 15° зоны с обеих сторон от линии ворот.

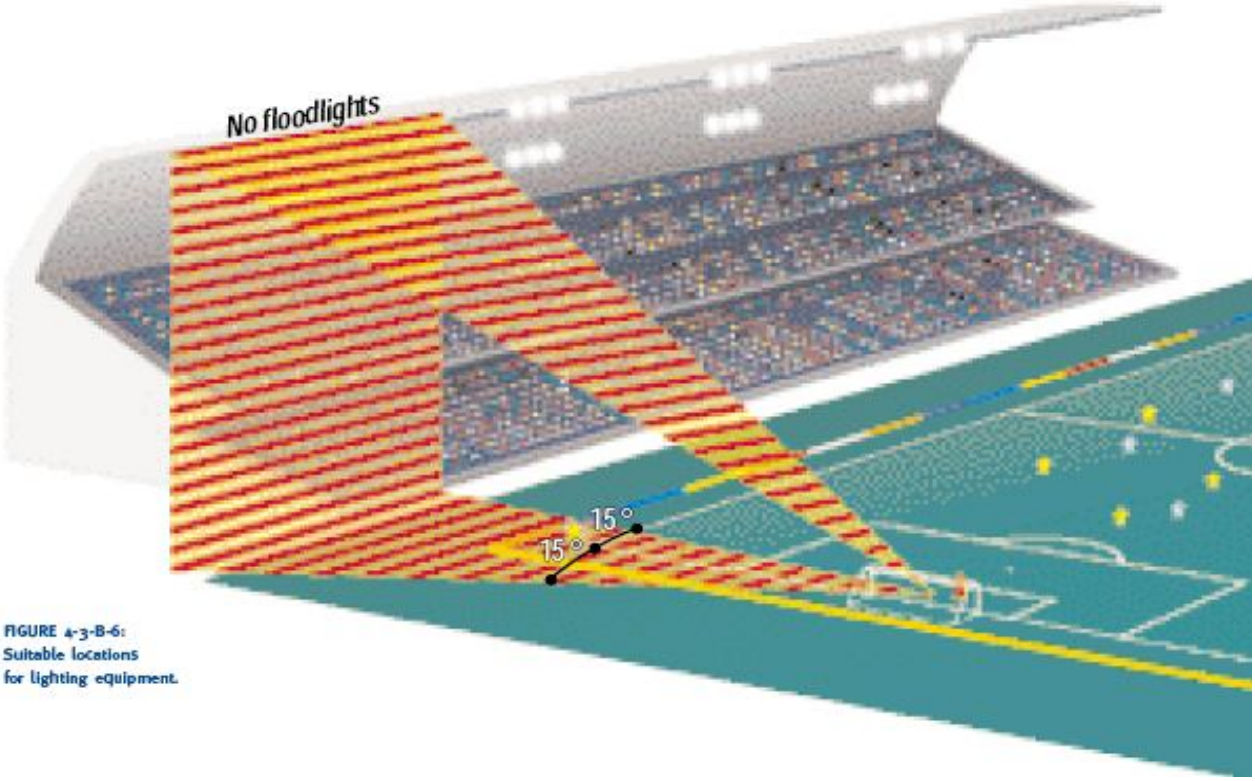


FIGURE 4-3-B-6:
Suitable locations
for lighting equipment.

Разрешенная поперечная установка прожекторов
В большинстве случаев применяется два ряда прожекторов, установленных на элементах конструкции козырька над трибуной. Один ряд размещается вначале крыши, а второй ряд монтируется у кромки козырька чуть дальше первого ряда трибун. Такое размещение второго ряда обеспечивает достаточный уровень освещенности вдоль боковой линии поля.

Поперечное положение двух рядов прожекторов задается высотой установки и (проецируемым) расстоянием до поля.

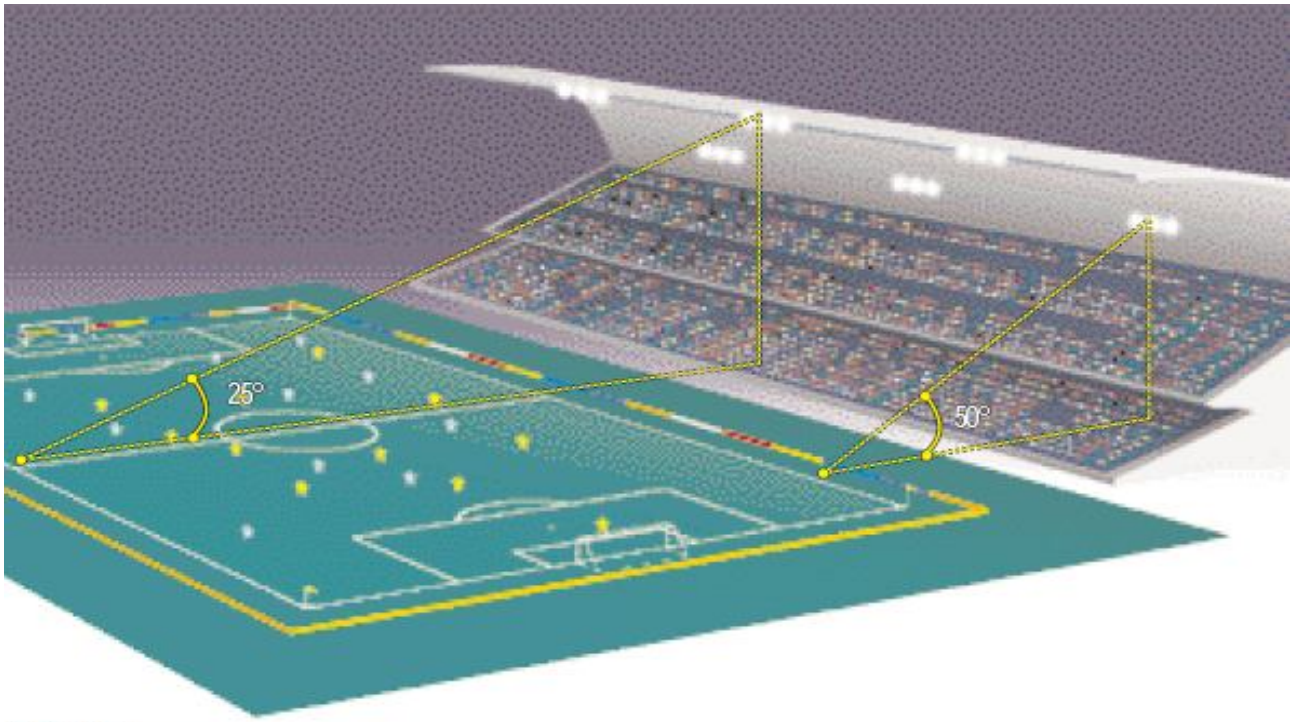
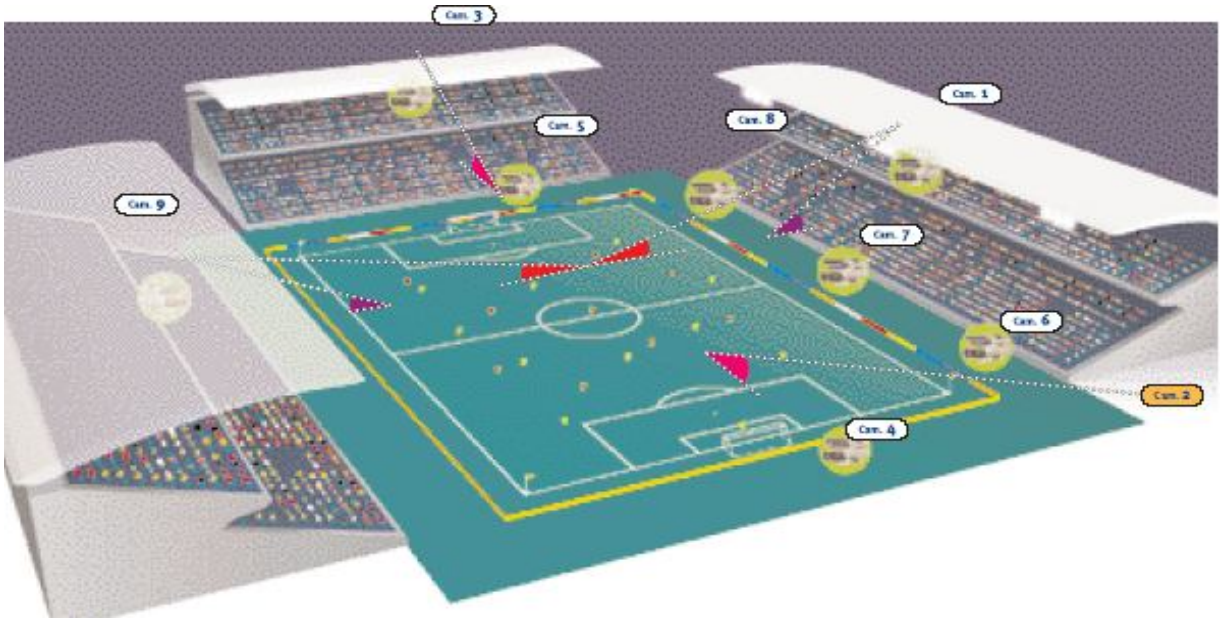


FIGURE 4-3-B-7:
Estimation of the two stand roof floodlight rows.

Размещение телевизионных камер ... 4.3.C

В настоящее время существует достаточно много мест установки телевизионных камер, используемых для создания или улучшения трансляции. На приведенном ниже рисунке показана схема размещения телекамер, которая сейчас наиболее популярна у телевизионных компаний.
При проектировании системы освещения необходимо учитывать все действительные места установки телекамер и обеспечивать для каждой камеры достаточные уровни освещенности для получения качественного изображения. Уровни освещенности для каждого места установки и типа камеры приведены в таблице 4-3-D.



Стандартные места установки камер для телетрансляций.

Камера 1 – общий план поля
Камера 2 – вид сверху с угла стадиона
Камера 3 – вид сверху из-за ворот
Камера 4 и 5 – вид из-за ворот с уровня поля
Камера 6,7,8 – виды от боковой линии поля
Камера 9 – план с противоположной стороны

Минимальный набор камер, который необходимо учитывать при расчете освещения – камеры 1,2 и 4

В случае необходимости можно получить дополнительные консультации у соответствующей телевизионной компании или региональных союзов, таких как EBU в Европе или OTI в странах американского континента.

Бесперебойное телевизионное вещание
Для всех матчей высшего уровня, проводимых в вечернее время, авария источника питания не должна привести к задержке или переносу матча и телетрансляции. Стадион должен быть оборудован двумя независимыми источниками питания. При этом бесперебойное питание должно обеспечивать работу осветительной системы в режиме телепередач игр внутригосударственного уровня.
См. публикацию ФИФА «Технические требования и рекомендации для футбольных стадионов» (“Football Stadia Technical Recommendations and Requirements”).

Сводные требования к освещению при проведении телевизионных трансляций 4.3.D

В приведенной ниже таблице даны характеристики освещения, которые необходимо обеспечивать при проведении телевизионных трансляций. В ней указаны рекомендованные уровни вертикальной и горизонтальной освещенности, равномерность распределения освещенности, уровень слепящего действия и цветовые характеристики источников света для каждого класса соревнований.

Рекомендуемые характеристики освещения футбольных полей (для телевизионных трансляций)									
Класс игры	Расчет по отношению к	Вертикальная освещенность *			Горизонтальная Освещенность *			Цветовые характеристики лампы	
		Ev, средн. лк	Равномерность U1	Равномерность U2	Eh, средн. лк	Равномерность U1	Равномерность U2	Цветовая температура Тцв. К	Индекс цветопередачи Ra
Международный V	камере ускоренной сьемки	1800	0,5	0,7	1500-3000	0,6	0,8	>5500	80 (лучше 90)
	фиксированной камере	1400	0,5	0,7					
	мобильной камере (на уровне поля)	1000	0,3	0,5					
Национальный IV Продолжение ТВ трансляции	фиксированной камере	1000	0,4	0,6	1000-2000	0,6	0,8	>4000	≥80

Примечания:

Вертикальные освещенности относятся к освещенностям в плоскостях, перпендикулярных линиям зрения соответствующих телекамер
Приведены значения освещенности на момент конца периода без обслуживания ОУ (т.н. «поддерживаемые» уровни освещенности)
При проектировании рекомендуется использовать коэффициент запаса равный 1,25
Для всех классов соревнований индекс блескости GR ≤ 50
Градиент освещенности между точками, расстояние между которыми 5 м, не должен превышать 20%

5. Приложения

Процедура измерения световых характеристик 5.1

Введение 5.1.A

Проведение измерений необходимо для проверки соответствия характеристик осветительной системы значениям, указанным в спецификации. Приведенные ниже характеристики нельзя получить путем прямого измерения.

Характеристика освещения	Обозначение
Средняя горизонтальная освещенности	$Eh._{ave}$
Средняя освещенность к каждой камере	$Ev._{ave}$
Равномерность освещенности (мин/макс освещенность)	U1
Равномерность освещенности (мин/сред освещенность)	U2
Градиент освещенности	Раздел 3-4
Разница освещенности между соседними контрольными точками %	Раздел 4

Однако, эти характеристики могут быть получены расчетным путем на основе результатов измерений освещенности в контрольных точках поля.
Смотри сетки контрольных точек в разделе 3.3

Проверка осветительной системы до проведения измерений... ... ... 5.1.B

Перед проведением любых измерений нужно проверить, что система была установлена в соответствии с проектом и все отклонения от проектной документации указаны в акте проверки.
Необходимо проверить:

1. Работоспособность всех прожекторов.
2. Соответствие количества прожекторов в каждом режиме включения проектному количеству.
3. Величину питающего напряжения в каждом месте установки прожекторов.

Измерительное оборудование 5.1.C

FIGURE 5-1-C: Illuminance meter with remote measuring cell.

FIGURE 5-1-C-bis:
Calibration date & serial number.

Измерения должны проводиться поверенным люксметром хорошего качества.
Период времени от даты поверки люксметра до даты проведения измерений не должен превышать 12 (двенадцать) месяцев.

В акте проверки необходимо указать серийный номер люксметра и последнюю дату поверки.

Сетки контрольных точек 5.1.D

Сетки контрольных точек, в которых проводят измерения, описаны в параграфе 3.3 данного руководства; «расчеты и сетки контрольных точек». Рекомендуется перед проведением измерений отметить точки на поле, в которых будут проводится измерения.

Измерение горизонтальной освещенности 5.1.D

FIGURE 5-1-E:
Measurement of horizontal illuminance.

Для правильного проведения измерения горизонтальной освещенности выносной измерительный датчик должен быть установлен на уровне поля строго горизонтально.

Необходимо убедится в отсутствии теней на измерительном датчике, так как это может значительно повлиять на результат измерения.

Из мерение вертикальной освещенности 5.1.F

Освещенность по направлению к каждой камере необходимо проводить на той части поля, которая обозревается данной камерой.
Измерения проводятся в каждой контрольной точке на высоте 1,5 метра над поверхностью поля.
Ось измерительного датчика должна быть перпендикулярна оси обьектива камеры.

Для того, чтобы обеспечить перпендикулярность измерительного датчика ет быть установлен на проводить точные

FIGURE 5-1-Fbis: Measuring of vertical (camera) illuminance.

FIGURE 5-1-F: Equipment used to direct measuring cell.

Протокол измерений. 5.2

Протоколы измерений необходимо составлять для каждого режима работы осветительной установки, как для горизонтальной, так и вертикальной освещенности (если это требуется). Количество выполненных измерений будет зависеть от размеров и типа спортивного сооружения, предусмотрены ли телетрансляции или нет.

Project Name: .....

Measuring Equipment:

Type ..... **Calibration Date** .....

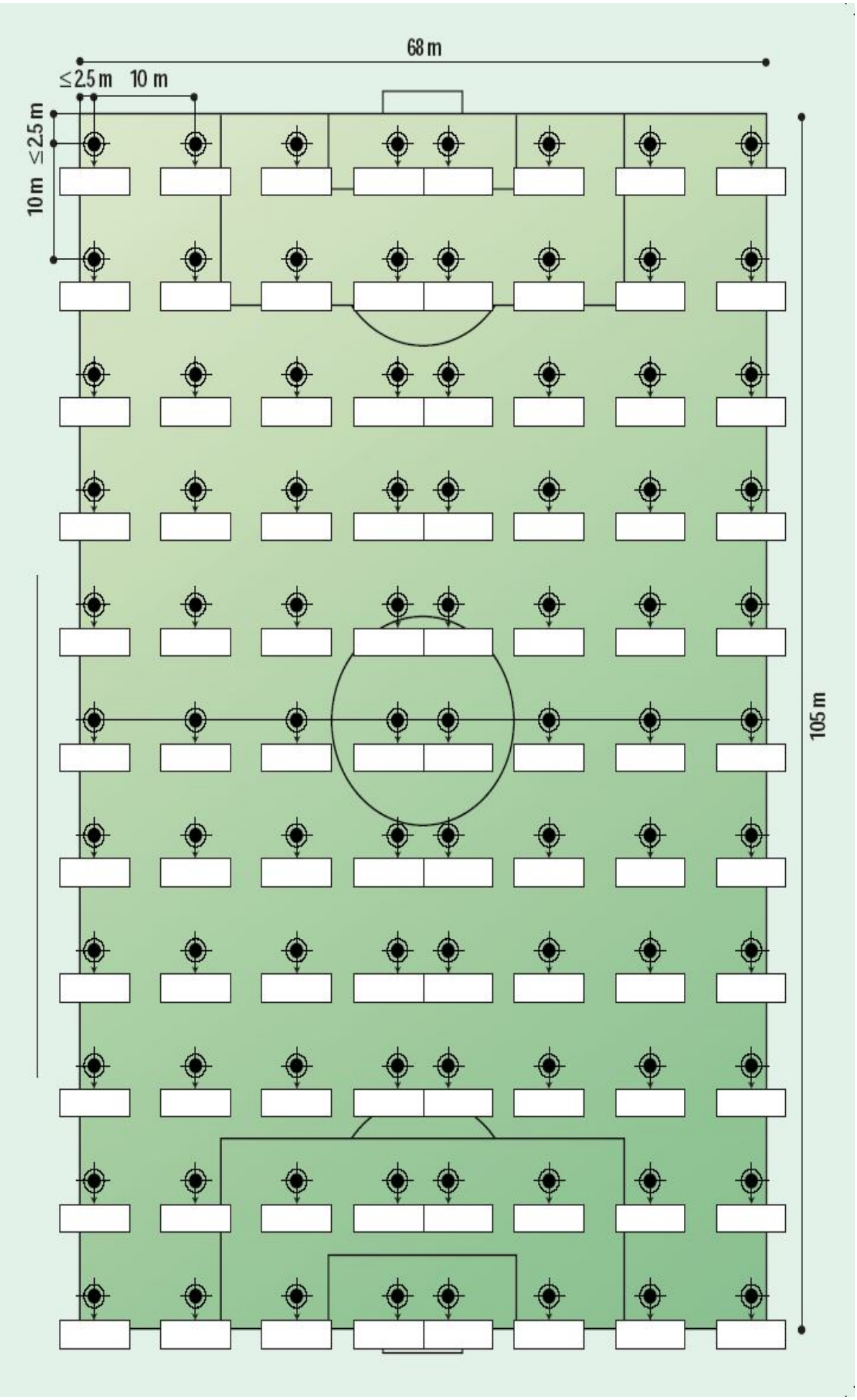
Switching Mode: .....

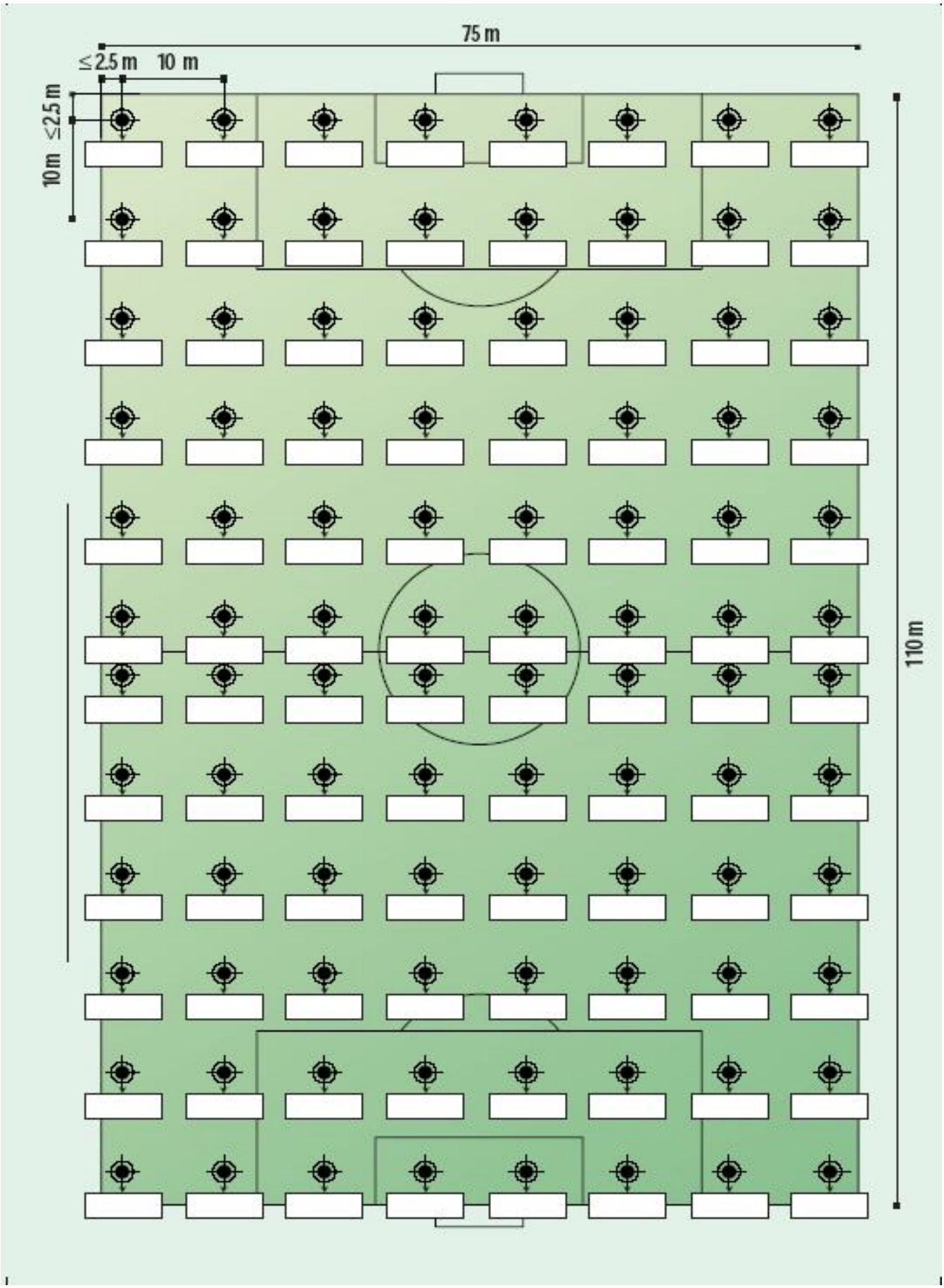
Measurement Type: (Tick in box)

Horizontal illuminance	☐		
Vertical illuminance toward camera	☐	Camera #	☐
Vertical illuminance	☐	Indicate direction	☐

Illuminance		**Uniformity**		
$E_{min.}$	☐	U1	☐	Emin./Emax.
$E_{max.}$	☐	U2	☐	Emin./Emax.
$E_{ave.}$	☐	U2	☐	Gradient % OK

Signed on behalf of contractor	Signed on behalf of Consultant
.....	.....


68 m
≤2.5 m
10 m
≤2.5 m
10 m
105 m


75 m
≤2.5 m
10 m
≤2.5 m
10 m
110 m

Словарь терминов 5.3

Термин	Обозначение	Объяснение
Освещенность	E	Плотность светового потока, падающего на поверхность, в определенной точке. Выражается в люксах.
	Eav	Средняя освещенность, полученная в результате расчетов или измерений. С использованием сеток контрольных точек, описанных в параграфе 3.3.
Начальная освещенность	Einit.	Освещенность через 100 часов работы осветительной установки с момента начала эксплуатации.
Поддерживаемая освещенность	Em	Уровень, ниже которого не может упасть (средняя) освещенность, создаваемая осветительной установкой. По достижении этого уровня необходимо выполнить замену ламп и чистку прожекторов.
Коэффициент запаса		Коэффициент больше единицы. Начальная освещенность : коэф.запаса = «поддерживаемая освещенность». Запас вводится для компенсации потерь, связанных со снижением светового потока ламп и загрязнением поверхностей световых приборов.
Горизонтальная освещенность	Eh Eh.av.	Плотность светового потока, падающего на горизонтальную плоскость.
Вертикальная освещенность	Ev	Плотность светового потока, падающего на вертикальную плоскость в точке, расположенной на высоте 1.5 м от поля (ориентацию плоскости необходимо задать).
Освещенность в направлении камеры	Ecam	Освещенность на высоте 1.5 м в плоскости перпендикулярной оптической оси объектива камеры.
Равномерность распределения освещенности	U1 U2	Характеризует степень равномерности освещения поля, выражается двумя соотношениями: U1 и U2. Отношение Emin/Emax Отношение Emin/Eav
Люкс	лк	Единица измерения освещенности. 1лк=1лм/м^2
Люмен	лм	Единица измерения светового потока
Кривая чувствительности зрения	V(λ)	Человеческий глаз неодинаково чувствителен к излучениям разного цвета. Например, чувствительность к желто-зеленому излучению в 20 выше, чем к красному или синему.
Начальный световой поток		Световой поток источника света через 100 часов работы.
Градиент освещенности	%	Разница значений освещенности в двух соседних точках поля.
Высота установки	Hm	Высота установки прожектора по отношению к уровню поля. Hm=расст.”d” x tan(δ)/
Индекс цветопередачи	Ra	Степень точности, с которой излучение источника света воспроизводит цвета эталонных образцов, по сравнению с естественным излучением. Индекс Ra изменяется от 0 до 100.
Цветовая температура	Tk	Характеризует цвет излучения. Измеряется в «Кельвинах».
Индекс блескости	GR	Характеризует слепящее действие осветительной установки. Определение GR дано в Публикации МКО #112, 1994. «Система оценки слепящего действия установок спортивного и наружного освещения».