

# 09 → Освещение и энергоснабжение



Требуется установить систему освещения, которая будет отвечать потребностям телевещания, зрителей, футболистов и судей, не нанося ярким светом вреда окружающей среде и не беспокоя людей, живущих по соседству.



|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |

9.1 → Энергоснабжение

Задержка или отмена матча из-за отключения электроэнергии недопустима. Очень важное значение имеет тщательный анализ существующих коммунальных сетей. Необходимы также дублирующие сети и резервные источники питания для обеспечения бесперебойной работы. Изложенная ниже информация поможет инженеру разработать наиболее надежную систему энергоснабжения стадиона.

Оценка надежности коммунальных сетей позволит определить количественные и качественные характеристики резервного питания. Нижеприведенная таблица включает некоторые из характеристик, подлежащие анализу:

| Входящие сети                                                                                                                                                                                 | Надежность |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Надземные сети                                                                                                                                                                                | (-)        |
| Подземные сети                                                                                                                                                                                | (+)        |
| Высоковольтное и низковольтное оборудование по типу использования                                                                                                                             | (0)        |
| Высоковольтное и низковольтное оборудование по потребителям                                                                                                                                   | (+)        |
| Отключение электроснабжения меньше 10 раз в году                                                                                                                                              | (0)        |
| Отключение электроснабжения больше 10 раз в году                                                                                                                                              | (-)        |
| Большинство отключений из-за текущего ремонта                                                                                                                                                 | (-)        |
| Большинство отключений из-за погоды                                                                                                                                                           | (0)        |
| Электроснабжение замкнуто на два или более источника                                                                                                                                          | (+)        |
| Электроснабжение по выделенной сети                                                                                                                                                           | (0)        |
| Электроснабжение по магистральной сети                                                                                                                                                        | (-)        |
| Оценка надежности:<br>(+) предпочтительная характеристика или условие,<br>(0) стандартное или типовое и<br>(-) нежелательное условие или требующее самого большого объема резервного питания. |            |

Система электроснабжения может быть подключена к главной / альтернативной сети (схема 9а) или к источникам питания (схема 9б), эксплуатирующим разные источники электроэнергии с возможностью мануального или автоматического их переключения. При отключении основной линии свою работу на объекте должен немедленно начать резервный источник питания, однако некоторая задержка неизбежна. Следовательно, необходимы определенные ресурсы для работы в переходном режиме, пока источник (или источники) на объекте начнут работать. Если освещение игрового поля, обычно требующее электропитания высокой интенсивности (HID), погаснет, потребуются несколько минут, чтобы перезапустить систему, и телетрансляция будет прервана. Электроснабжение в переходном режиме может обеспечиваться различными способами, включая специальные генераторы и источники бесперебойного питания (ИБП). Резервное электроснабжение должно быть такой мощности, чтобы обеспечить подачу электроэнергии минимум три часа после отключения основного источника.

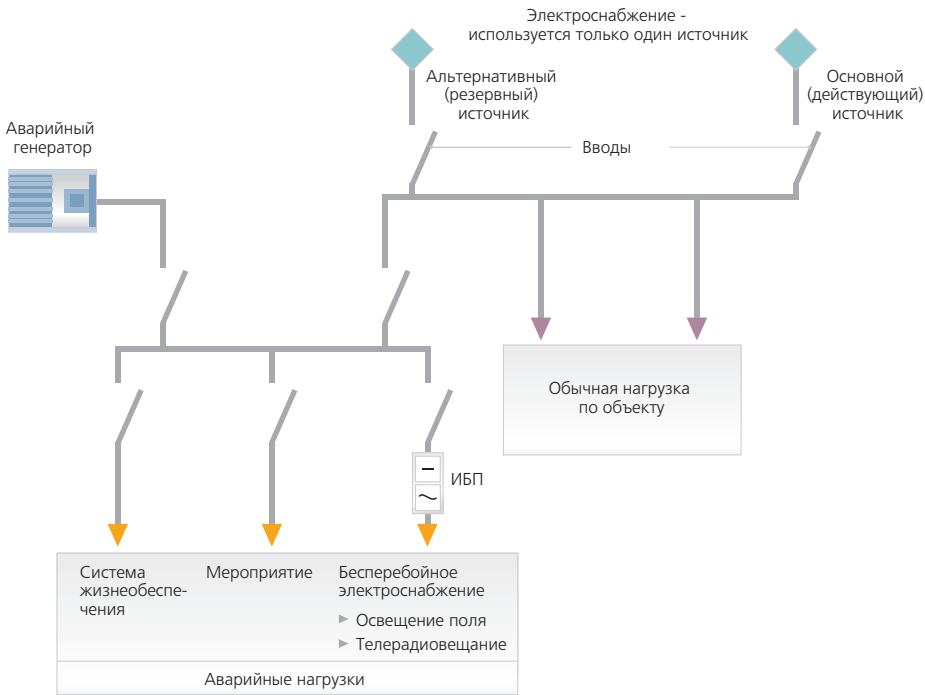


Схема 9а:  
Электроснабжение – вариант 1

Проектируются и подключаются два источника электроснабжения. Оба рассчитаны на полную мощность потребления и используются по очереди. Отключение главного действующего источника повлечет за собой перерыв электроснабжения на время переключения на альтернативный источник питания.

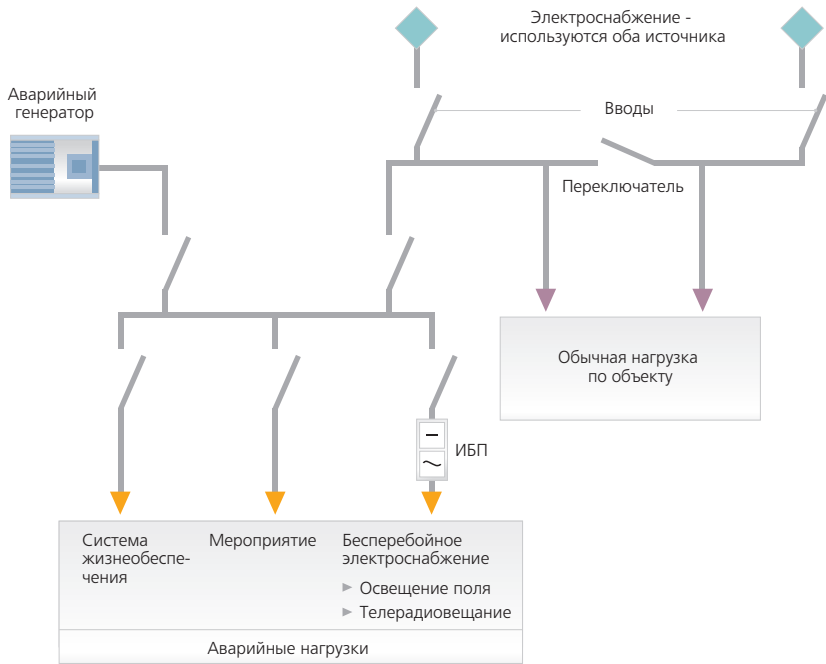


Схема 9б:  
Электроснабжение – вариант 2

Проектируются и подключаются два служебных источника электроснабжения. Оба являются рабочими. При отключении одного из них перебои в электроснабжении будут только частичными, до включения объединяющего контура.

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |

Степень надежности системы может выражаться как процент ее доступности при 100 процентах в идеале. Обычно самая высокая степень надежности называется „пять девяток“ или 99,999 процентов, что подразумевает отключение только на пять минут. В течение года электроснабжение стадиона будет отключаться на значительно большее время, чем пять минут, из-за ремонтных и профилактических работ. Однако во время матчей число отключений определенного оборудования должны равняться нулю, чтобы избежать любых прерываний. Для этого требуется бесперебойное электроснабжение. Другое оборудование может выдерживать задержку, необходимую для начала работы генератора (менее 10 секунд), а некоторые зоны стадиона могут ждать и еще дольше. Необходимо классифицировать типы нагрузок, чтобы определить резервную мощность и габариты аварийных генераторов и оборудования ИБП.

Типичная аварийная классификация может выглядеть примерно так:

**Система жизнеобеспечения** (электроснабжение только от генератора через 10 секунд)

- пожарный насос
- система пожарной сигнализации и безопасности
- система дымоудаления
- выделенные лифты / эскалаторы для эвакуации или пожарных бригад
- внутреннее освещение и электроснабжение медпунктов.

**Безопасность мероприятия и системы жизнеобеспечения** (система бесперебойного электропитания и электроснабжение от аварийного генератора через 60 секунд и менее)

- освещение путей эвакуации внутри и снаружи здания.
- технические помещения (цифровая связь / телекоммуникации).
- офисная АТС.
- охранное видеонаблюдение и доступ по пропускам.
- крупноформатные видеоэкраны.
- система громкой связи.

**Ключевые факторы для проведения матча** (аварийное электроснабжение по схеме генератор-генератор через 90 секунд и менее)

- Табло счета.
- центр управления табло.
- система наблюдения за турникетами.
- отделение полиции.

**Критические факторы для проведения матча** (источник бесперебойного электропитания и аварийное электроснабжение по схеме генератор-генератор, время переключения равно нулю)

- электроосвещение поля и стадиона.
- центр управления, работающий в день проведения матча.
- освещение для работы полиции.



Каждая выделенная нагрузка будет нуждаться в своей отдельной схеме переключения, кабелях и распределительном оборудовании. ИБП может состоять только из блока батарей или быть заблокирован с генераторной установкой, но в любом случае система потребует дополнительного электроснабжения от генератора или батареи на четыре часа. Переключение от генератора к генератору организуется по системе N+1, т.е. предусматривается запасной генератор на случай, если один из используемых не работает или недоступен. Если сеть электроснабжения была оценена как особенно ненадежная, может потребоваться система 2N или полностью дублирующая система из ИБП и генераторов.

Детальный анализ входящих электросетей, нагрузок внутри объекта и необходимого времени переключения поможет обеспечить бесперебойную работу системы электроснабжения для успешного проведения матчей.

## 9.2 → Требования к объекту

### Общие положения

Основная задача системы освещения – обеспечить во время проведения мероприятия уровень освещенности для средств массовой информации, достаточный для цифровой видеосъемки, не ослепляя при этом футболистов и судей, не причиняя неудобств зрителям и вреда окружающей среде. Необходимо рассмотреть использование постоянного освещения, временного освещения или их комбинации.

#### – Окружающая среда

Особое внимание следует уделить мерам по ограничению сильно освещаемых площадей и ослепляющего эффекта как внутри, так и снаружи стадиона.

#### – Игроки и судьи

Футболистам и судьям должны быть созданы условия, позволяющие полностью реализовать их возможности, включая освещение, оптимальное для игры.

#### – Зрители

Зрители должны иметь возможность комфортно смотреть матч, видеть табло, видеоэкраны и все, что происходит на поле, – без слепящих бликов и чрезмерной пространственной интенсивности света.

#### – СМИ

Видеосъемка и телетрансляция матча будут вестись в цифровом качестве, при сбалансированном освещении, без резких теней и бликов.

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |

Категории спортивных соревнований

Было разработано пять категорий осветительных систем (от I до V). Две категории относятся к категориям, обеспечивающим телевизионное качество, и три – для мероприятий, которые не транслируются по телевидению.

|               |                                                             |                                                                                           |
|---------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Категория V   | Международная телетрансляция                                | На игровом поле не должно быть теней.                                                     |
| Категория IV  | Национальная телетрансляция                                 | На игровом поле не должно быть теней.                                                     |
| Категория III | Матчи национального уровня без телетрансляции               | Игровое поле должно быть освещено с помощью минимум 8 осветительных мачт.                 |
| Категория II  | Матчи клубов и лиг без телетрансляции                       | Игровое поле должно быть освещено с помощью минимум 6 осветительных мачт (рекомендовано). |
| Категория I   | Тренировки и оздоровительные мероприятия без телетрансляции | Игровое поле должно быть освещено с помощью минимум 4 осветительных мачт (рекомендовано). |

Монтажная высота осветительных приборов – категории IV и V

Для телетрансляции высокого уровня могут использоваться многочисленные камеры, размещенные в разных местах стадиона. Показанные на схеме позиции телекамер являются наиболее популярными. Спецификация освещения должна учитывать реальные позиции телекамер, чтобы обеспечить каждую из них достаточным уровнем освещения для высококачественной съемки. Если необходимо, требуется получить дополнительные консультации телевещательных компаний или регионального телевизионного консорциума.

Требования к линиям обзора для телекамер

Высота, на которой размещены осветительные приборы, имеет решающее значение для успешной работы системы освещения спортивного объекта. Высота установки траверс с прожекторами боковой линии и мачт должна быть такой, чтобы нижний край самого низкого светильника образовывал угол 25 градусов к горизонту, начиная от середины игрового поля и в сторону трибун стадиона. Крепежные балки осветительных приборов и мачты могут монтироваться так, что угол падения луча будет больше 25 градусов, но он не должен превосходить 45 градусов. Угол наклона осветительных приборов не может превышать 70 градусов от самого низкого положения (прямо вниз) до центра светового пучка.

Основная задача системы освещения – обеспечить симметричное, равномерное освещение как со стороны боковых линий, так и со стороны линий ворот. Можно устанавливать дополнительно как фиксированные, так и подвижные камеры без ущерба для качества цифровой съемки.

Подробнее о требованиях по обеспечению работы СМИ – в главе 8.

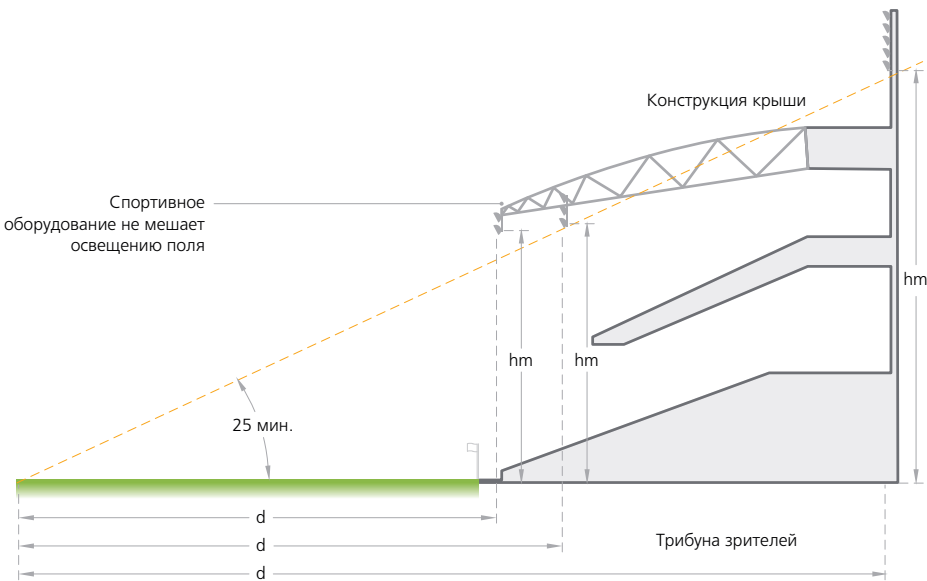


Схема 9в: Высота установки осветительных приборов

Высота установки  $\geq 25^\circ$   
 $hm = d \times \tan(25)$   
Угол наклона =  $70^\circ$  максимум

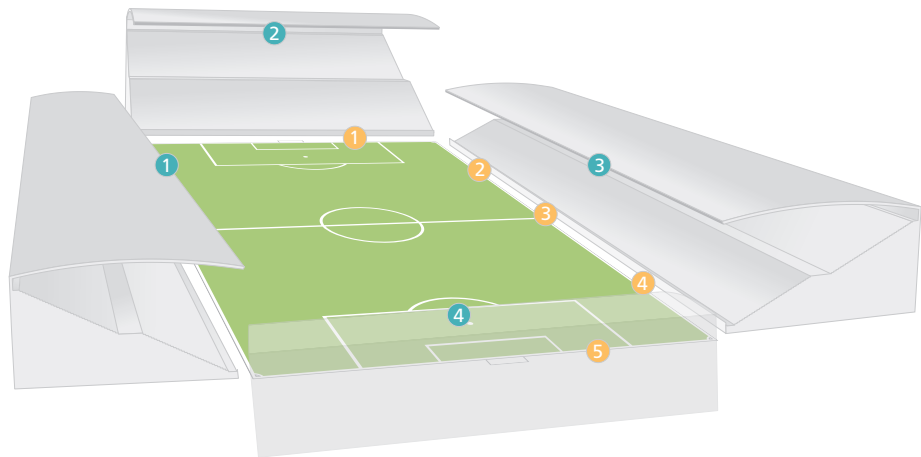


Схема 9г: Стандартный обзор камер

- фиксированные камеры
- подвижные камеры

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |

Углы обзора для игроков и телевидения

Самым важным конструкторским требованием является разработка освещения, которое не будет слепить игроков, судей и представителей СМИ. Две зоны, указанные ниже, определяются как „зона без прожекторов“ для всех пяти категорий спортивных соревнований:

Угловая зона у линии ворот:

Для обеспечения хорошей видимости для вратаря и нападающих в углах поля, осветительное оборудование не должно размещаться в пределах 10 градусов по обе стороны линии ворот.

Зона за линией ворот:

Для обеспечения хорошей видимости для нападающих перед воротами, а также для видеосъемки с противоположного конца поля, осветительное оборудование не должно размещаться в зоне ближе 25 градусов от центра поля и ближе 75 градусов над линией горизонта от вратарской площадки.

Устранение теней (многозональная направленность осветительных приборов)

Ограничение резких теневых участков и переходов на игровом поле является одной из самых серьезных проблем, возникающих при организации цифровой видеосъемки высокой точности. Многозональная направленность освещения – это направленность нескольких осветительных приборов, укрепленных на траверсах разных прожекторных опор, в одни и те же точки на поле. Такое многократное освещение из разных мест предотвращает появление резких теней, отбрасываемых игроками.

Схемы 9е и 9ж показывают разделение игрового поля на три зоны. Зона 1 представляет собой обе зоны защиты, а Зона 2 – середину поля. Освещение для каждой зоны должно состоять из минимум четырех накладывающихся световых потоков на каждой стороне поля для международных матчей и трех накладывающихся световых потоков на каждой стороне поля для матчей национального уровня, которые транслируются по телевидению.

Эффект моделирования достигается, если игрок во время матча окружен светом из разных источников, что создает сбалансированную световую среду. Сбалансированная световая среда создается тогда, когда на игровом поле нет резких теней.

Планирование установки освещения (без телетрансляции)

Для международных и национальных матчей, которые транслируются по телевидению, конструкции с прожекторами размещаются так, чтобы обеспечить цифровую видеосъемку высокого качества. Для игрового поля, где не проводится телесъемка, многозональная направленность освещения не требуется. Для нетранслируемых национальных и тренировочных матчей, а также матчей лиг, применяются следующие проектные ориентиры (см. схему 9з, стр. 175):

Резкие тени на игровом поле являются одной из важнейших проблем, стоящих перед цифровым телевидением высокой точности.

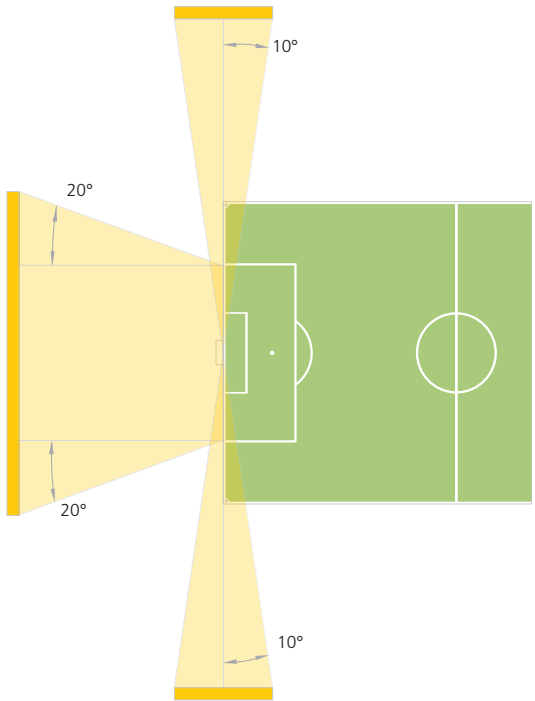
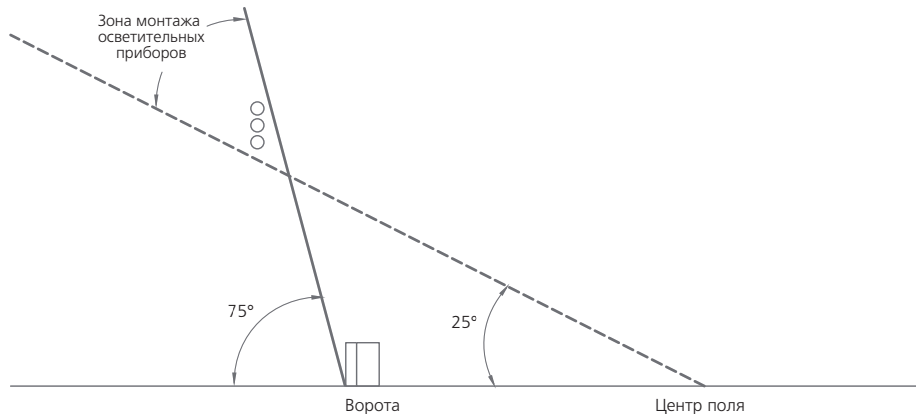


Схема 9д:  
Слепящее действие прожекторов

- Без прожекторов
- Зона без прожекторов

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |

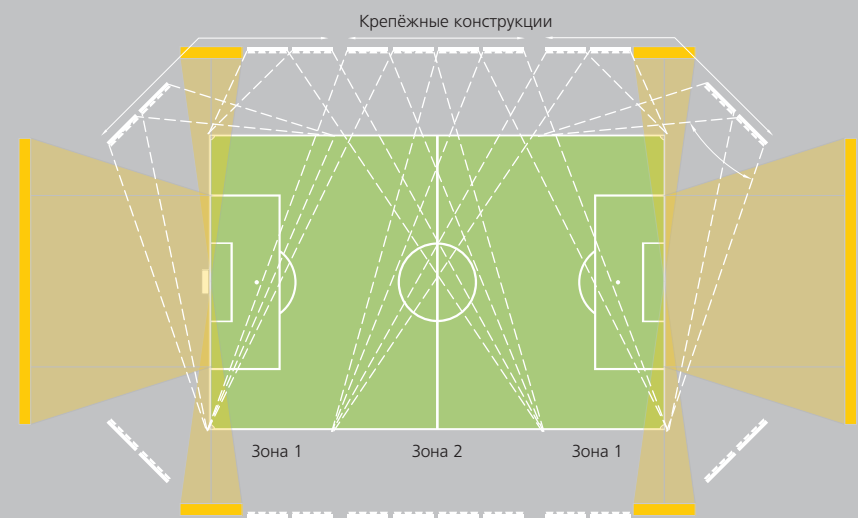


Схема 9е:  
Категория V  
Направленность на поле  
(международные матчи)

- Без прожекторов
- Зона без прожекторов
- Крепёжные конструкции с прожекторами
- Зона направленности

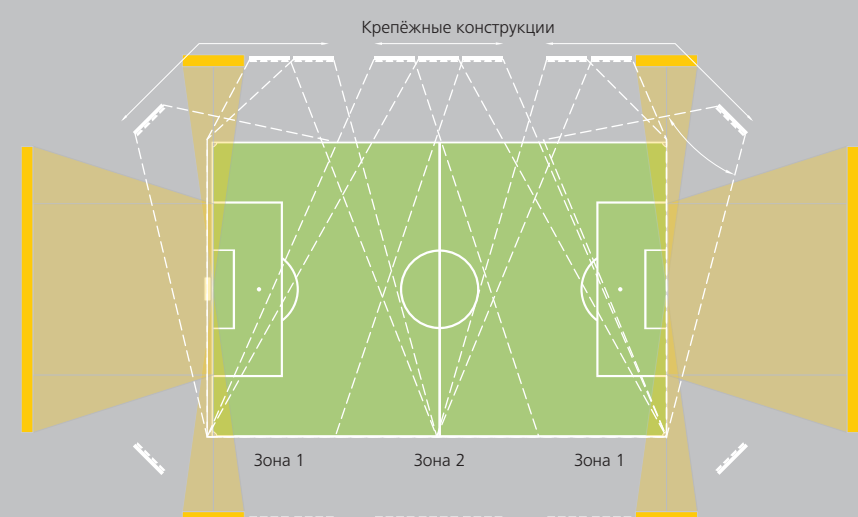


Схема 9ж:  
Категория IV  
Направленность на поле  
(национальные матчи)

- Без прожекторов
- Зона без прожекторов
- Крепёжные конструкции с прожекторами
- Зона направленности

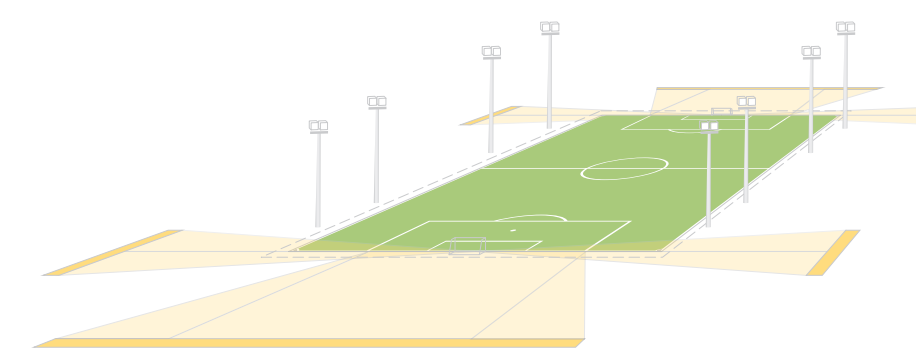
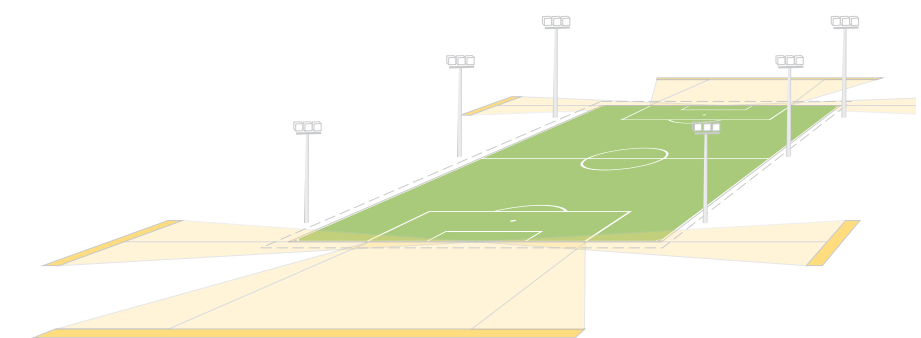
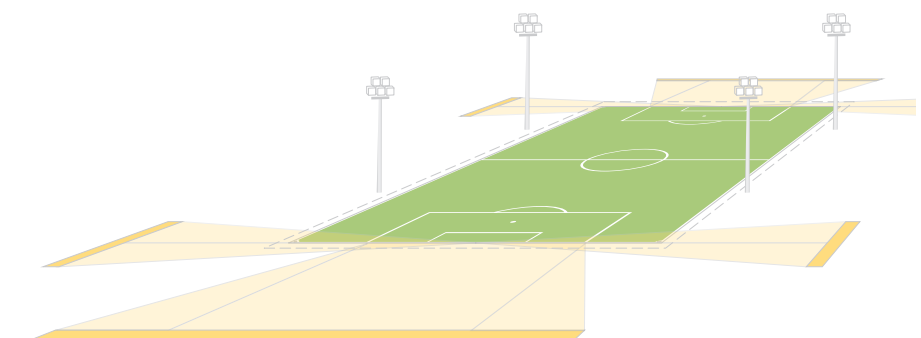


Схема 9з:  
Планирование монтажа  
(без телетрансляции)

- Без прожекторов
- Зона без прожекторов



Категория III  
Национальные матчи



Категория II  
Лиги и клубы

Категория I  
Тренировки и оздоровительные мероприятия

Точное положение осветительных мачт и другие детали будут зависеть от конкретного проекта. Мачты освещения не должны размещаться среди зрительских мест, чтобы не мешать обзору.

09 → Освещение и энергоснабжение

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |



9.3 → Спецификации системы освещения и технологии

Равномерность по горизонтали

**Горизонтальная освещенность**  
Горизонтальная освещенность – это количество света, достигающего горизонтальной поверхности в одном метре над игровым полем. Игровое поле делится на квадраты 10м x 10м и на основе этой растровой сетки проводятся измерения и под-считывается максимальная / минимальная / средняя освещенность игрового поля.



**Варианты**  
Футбол – это игра высоких скоростей, и поддержание равномерной освещенности по всему игровому полю повысит уровень игры и создаст прекрасные предпосылки для телевидения высокой четкости. Методы измерения равномерности освещения описываются ниже. Для расчета равномерности можно использовать различные методы: и коэффициент отклонения (КО), и коэффициент равномерности (КР) освещенности.

|                                | Транслируемые матчи | Матчи без телетрансляции |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Коэффициент отклонения (КО)    | КО≤0,13 - 0,15      | КО≤0,3 - 0,4             |
| Коэффициент равномерности (КР) | КР=1,5 - 2          | КР=2 - 2,5               |

Вертикальная освещенность

**Вертикальная освещенность для камеры у игрового поля**  
Вертикальная освещенность на уровне игрового поля – это суммарный уровень освещенности игроков в вертикальной плоскости. Это важно для показа крупных планов игроков, особенно их лиц в критические моменты матча. Такая съемка ведется камерами у игрового поля (как переносных, так и двигающихся по рельсам). Отклонения в уровне вертикальной освещенности ухудшат качество цифровой видеосъемки. Проектировщику необходимо сбалансировать освещенность, чтобы уменьшить количество переосвещенных / недостаточно освещенных участков во время работы камер у игрового поля.



**Фиксированная телекамера и вертикальное освещение**  
Искусственный свет, падающий сверху вниз на игровое поле и попадающий в объективы камер, которые расположены над боковой линией и линией ворот, определяет вертикальную освещенность для фиксированной телекамеры. Эти камеры ведут панорамную съемку поля, снимая все происходящее на нем во время матча. Отклонения в уровне освещенности ухудшат качество цифровой видеосъемки. Проектировщику необходимо сбалансировать освещенность, чтобы уменьшить количество переосвещенных / недостаточно освещенных участков во время работы фиксированных камер.

Освещенность во время футбольного матча должна быть на уровне, достаточном для цифровой видеосъемки.



|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |

Цветовая температура

Цветовая температура характеризует то, насколько теплым (красным) или холодным (синим) кажется или ощущается определенный тип освещения. Она измеряется по шкале Кельвина (K). Современная технология цифровых камер позволяет корректировать отснятый материал, „улучшая“ цвет и контраст так, чтобы получить желаемое качество цвета. Приемлемая цветовая температура за пределами стадиона для матчей всех уровней – мин. 4000 К°.

Цветопередача

Цветопередача – это способность источника искусственного освещения воспроизводить естественное освещение. Значения на шкале цветопередачи варьируются от Ra20 до Ra100: чем выше значение, тем выше качество цвета. Приемлемым значением при искусственном освещении будет Ra ≥ 65 как для транслируемых матчей, так и нетранслируемых.

Сводка технических характеристик освещенности для транслируемых матчей

Нижеприведенная таблица обобщает критерии, которые необходимо учесть для матчей, которые транслируются по телевидению. В ней приведены рекомендованные значения для вертикальной и горизонтальной освещенности, нормы равномерности, а также цветовые характеристики ламп освещения для каждой категории соревнований.

Спецификация освещения для транслируемых матчей

|                                           |                                          | Вертикальная освещенность |               |      | Горизонтальная освещенность |               |     | Характеристики ламп  |               |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------|------|-----------------------------|---------------|-----|----------------------|---------------|
|                                           |                                          | Еv камеры – средн.        | Равномерность |      | Еh – средн.                 | Равномерность |     | Цветовая температура | Цветопередача |
| Категория                                 | Расчет по направлению                    | Люкс                      | U1            | U2   | Люкс                        | U1            | U2  | Tk                   | Ra            |
| Категория V<br>Международные матчи        | Фиксированная камера                     | >2000                     | 0,6           | 0,7  | 3500                        | 0,6           | 0,8 | >4000                | ≥65           |
|                                           | Камера у поля<br>На уровне игрового поля | 1800                      | 0,4           | 0,65 |                             |               |     |                      |               |
| Категория IV<br>Национальные соревнования | Фиксированная камера                     | 2000                      | 0,5           | 0,65 | 2500                        | 0,6           | 0,8 | >4000                | ≥65           |
|                                           | Камера у поля<br>На уровне игрового поля | 1400                      | 0,35          | 0,6  |                             |               |     |                      |               |



Примечания:

- Вертикальная освещенность определяет характеристики светового потока на позиции фиксированной камеры или камеры у игрового поля.
- Равномерность вертикальной освещенности для камер у игрового поля может определяться для каждой камеры отдельно с учетом отклонений от стандартных значений.
- Все указанные уровни освещенности являются параметрами удержания. Рекомендуемый фактор технического использования – 0,7; таким образом, первоначальные уровни будут примерно в 1,4 раза выше, чем указанные выше.
- Для всех категорий допускается индекс блескости (GR) ≤ 50 в пределах основного угла обзора игроков на поле. Величина индекса блескости остается в допустимых пределах, если соблюдены нормативные значения угла обзора игроков.
- Допускается и отдается предпочтение технологии ламп постоянной освещенности.

Сводка технических характеристик освещенности для нетранслируемых матчей

Нижеприведенная таблица обобщает критерии, которые необходимо учесть для матчей, которые не транслируются по телевидению. В ней приведены рекомендованные значения для горизонтальной освещенности, нормы равномерности, а также цветовые характеристики ламп освещения для каждой категории соревнований.

Спецификация освещения для нетранслируемых матчей

| Уровень мероприятия                                     | Горизонтальная освещенность | Равномерность | Цветовая температура ламп | Цветопередача ламп |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|
| Категория                                               | Еh – средн. (люкс)          | U2            | Tk                        | Ra                 |
| Категория III<br>Национальные матчи                     | 750                         | 0,7           | >4000                     | ≥65                |
| Категория II<br>Лиги и клубы                            | 500                         | 0,6           | >4000                     | ≥65                |
| Категория I<br>Тренировки и оздоровительные мероприятия | 200                         | 0,5           | >4000                     | ≥65                |

Примечания:

- Все указанные уровни освещенности являются параметрами удержания.
- Рекомендованный фактор технического использования – 0,7. Таким образом, первоначальные уровни будут примерно в 1,4 раза выше, чем указанные выше.
- Равномерность освещения не должна колебаться более, чем на 30% на каждые 10 метров.
- Основной радиус обзора игроков должен быть свободен от прямого ослепляющего света. Величина индекса блескости остается в допустимых пределах, если соблюдены нормативные значения угла обзора игроков.

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |



## 9.4 → Влияние на окружающую среду

Световое загрязнение и нежелательное распространение света подразделяются на две категории: утечка света, то есть распространение светового потока за периметр стадиона, что можно измерить, а также ослепляющее действие, что означает избыточную яркость в поле зрения пешеходов или водителей вне стадиона. Эти факторы играют важную роль в обеспечении безопасности местных жителей, в возможности любоваться темным небом, в создании хороших условий их жизни и быта в странах и городах, для которых построены стадионы. Необходимо сделать все возможное для нежелательного распространения светового потока и ослепляющего действия света как внутри, так и снаружи стадиона. Спецификации освещения для новых проектов должны предусматривать использование прожекторов узколучевого светораспределения и высокоэффективных рефлекторов.

Световое загрязнение от стадиона можно рассчитать и измерить. Его значение выражается в величинах горизонтальной освещенности и максимальной вертикальной освещенности. Если они не определяются местными нормативами, следует руководствоваться следующей таблицей:

| Угол освещения        | Расстояние от периметра стадиона |         |
|-----------------------|----------------------------------|---------|
| Горизонтальная утечка | 50м от периметра стадиона        | 25 люкс |
| Горизонтальная утечка | на 200м дальше                   | 10 люкс |
| Максимум по вертикали | 50м от периметра стадиона        | 40 люкс |
| Максимум по вертикали | 200м от периметра стадиона       | 20 люкс |

Дополнительная информация о взаимодействии с окружающей средой – в главе 1.

Необходимо всячески ограничивать распространение светового потока за пределы стадиона.

Схема 9и:  
Влияние на окружающую среду

- 25 люкс по горизонтали, максимум 40 люкс по вертикали
- 10 люкс по горизонтали, максимум 20 люкс по вертикали

## 9.5 → Ввод в эксплуатацию

### Технический контроль и обустройство

Необходимо измерить имеющийся в реальности уровень освещенности до начала игры, чтобы проверить эксплуатационные показатели системы. В качестве стандартов предлагается использовать следующие спецификации:

| Спецификации                                    | Обозначение                          |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Средняя горизонтальная освещенность             | Eh – средн.                          |
| Средняя освещенность для фиксированной камеры   | Ev – средн. (фиксированная камера)   |
| Средняя освещенность для камеры у игрового поля | Ev – средн. (камера у игрового поля) |
| Равномерность (мин. / макс. освещенность)       | U1                                   |
| Равномерность (мин. / средняя освещенность)     | U2                                   |

Возможно использовать как цифровые, так и аналоговые приборы для измерения освещенности. Необходимо ежегодно проводить калибровку приборов. Предоставляемая для технического контроля рабочая документация должна содержать дату калибровки и серийный номер прибора. Во время измерений следует минимизировать влияние на результат теней, которые отбрасывает производящий тестирование персонал. Люксметр должен крепиться на штатив в одном метре над игровым полем и быть выровнен в одной плоскости с полем.

Измерения, необходимые для телевидения, будут проводиться по трем категориям: горизонтальной освещенности, а также освещенности для фиксированной камеры и для камеры у игрового поля.

#### По горизонтали:

измерительный прибор разместить в одном метре над полем под углом 90°, перпендикулярно игровому полю (протокол измерений 1, стр. 184).

#### Фиксированная камера:

измерительный прибор разместить в одном метре над игровым полем, под углом 30° к горизонту (протокол измерений 2, стр. 185).

#### Камера у поля:

измерительный прибор разместить в одном метре над полем параллельно игровому полю (протокол измерений 3, стр. 186).

Измерения для нетранслируемых матчей будут включать только одну категорию – горизонтальную освещенность.

|     |                                             |            |
|-----|---------------------------------------------|------------|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166        |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169        |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176        |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180        |
| 9.5 | <b>Ввод в эксплуатацию</b>                  | <b>181</b> |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188        |



## Протокол измерений и итоговые расчеты

Эта ведомость регистрации измерений будет использоваться для матчей всех уровней. Расчеты горизонтальной освещенности, освещенности для фиксированной камеры и камеры у игрового поля необходимы для тех матчей, которые будут транслироваться по телевидению, для остальных матчей требуется только измерение горизонтальной освещенности.

|                               |
|-------------------------------|
| Название проекта              |
| Ф.И.О. проводившего измерения |
| Измерительное оборудование    |
| Тип                           |
| Дата калибровки               |

Тип измерений: для телевидения

| Устройство                                           | Результаты |
|------------------------------------------------------|------------|
| Горизонтальная освещенность                          |            |
| Вертикальная освещенность для фиксированной камеры   |            |
| Вертикальная освещенность для камеры у игрового поля |            |

Тип измерений: не телевещательный

| Устройство                           | Результаты |
|--------------------------------------|------------|
| Значение горизонтальной освещенности |            |

### Сводка расчетов

| Освещенность | Устройство | Результаты по горизонтальной освещенности            | Устройство | Результаты | Равномерность  |
|--------------|------------|------------------------------------------------------|------------|------------|----------------|
| Е мин.       |            |                                                      | U1         |            | мин. / макс.   |
| Е макс.      |            |                                                      | U2         |            | мин. / средняя |
| Е средн.     |            |                                                      | U2         |            | Перепад        |
| Освещенность |            | Вертикальная освещенность для фиксированной камеры   |            |            | Равномерность  |
| Е мин.       |            |                                                      | U1         |            | мин. / макс.   |
| Е макс.      |            |                                                      | U2         |            | мин. / средняя |
| Е средн.     |            |                                                      | U2         |            | Градиент       |
| Освещенность |            | Вертикальная освещенность для камеры у игрового поля |            |            | Равномерность  |
| Е мин.       |            |                                                      | U1         |            | мин. / макс.   |
| Е макс.      |            |                                                      | U2         |            | мин. / средняя |
| Е средн.     |            |                                                      | U2         |            | Перепад        |

Примечания:

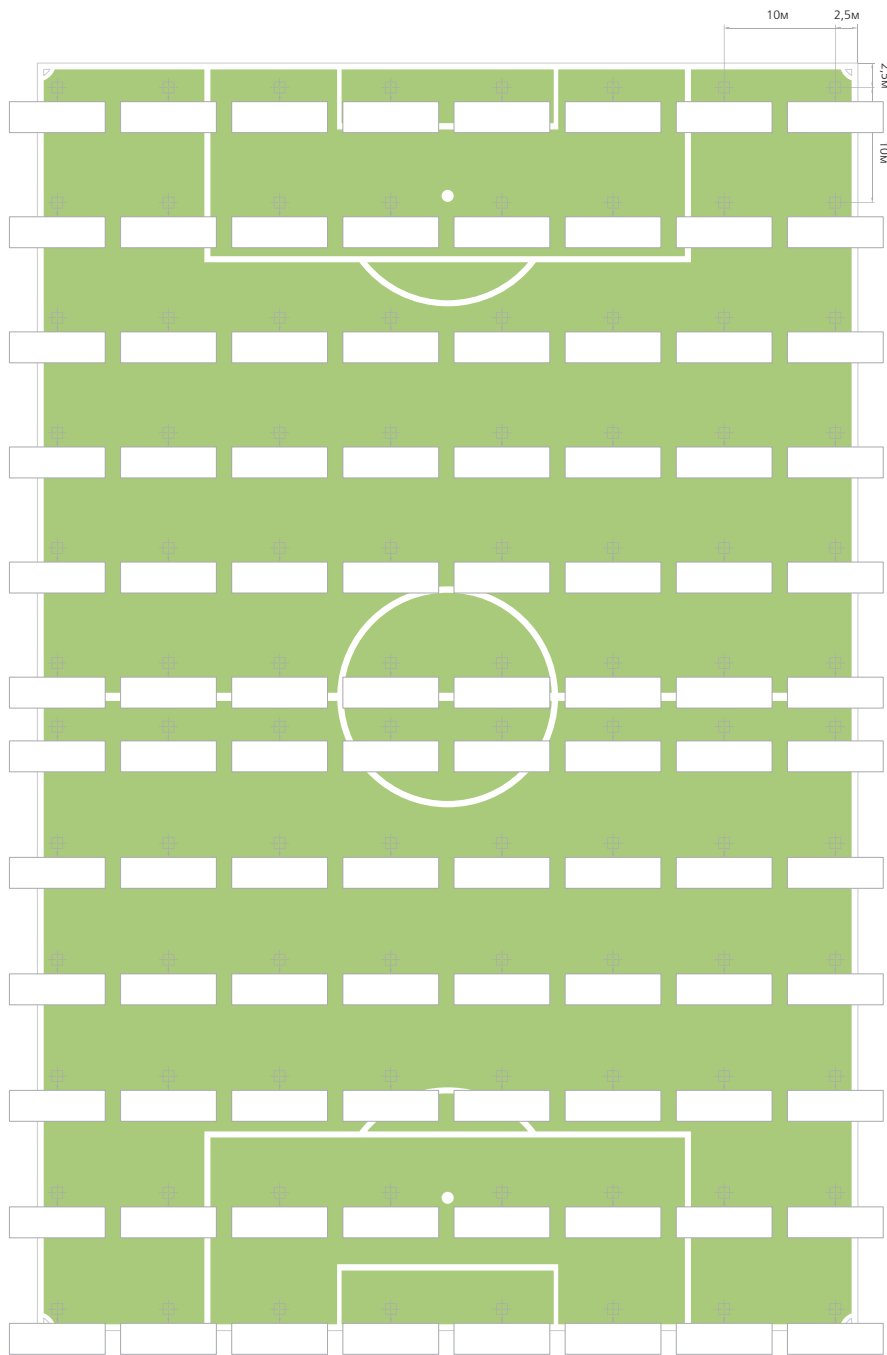
Подпись представителя подрядчика

Подпись представителя консультанта

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |



Протокол измерений 1: Горизонтальные измерения и расчеты



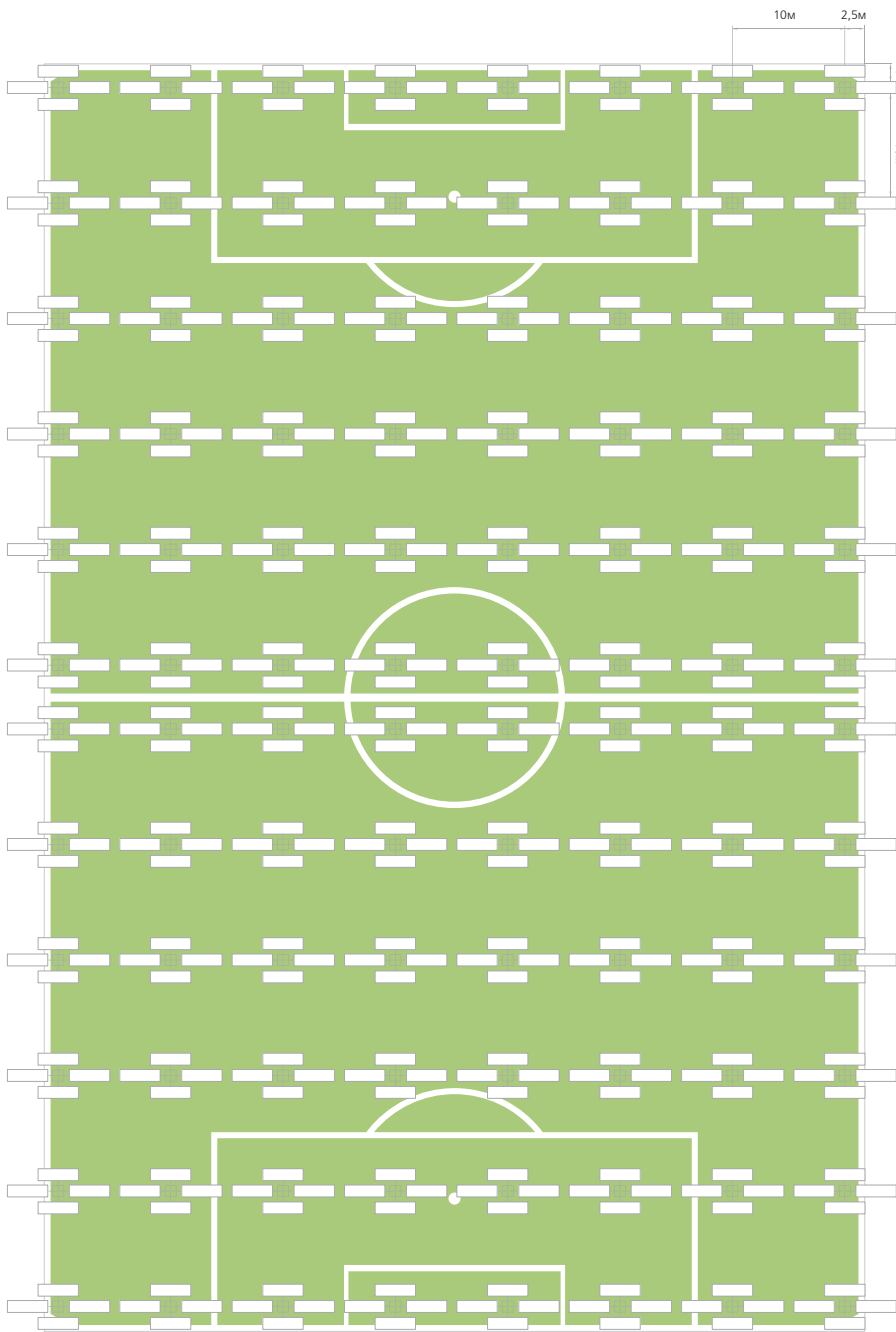
Ф.И.О. исполнителя:

Условия:

Дата:

Объект:

Протокол измерений 2: Вертикальные измерения и расчеты для фиксированной камеры



Ф.И.О. исполнителя:

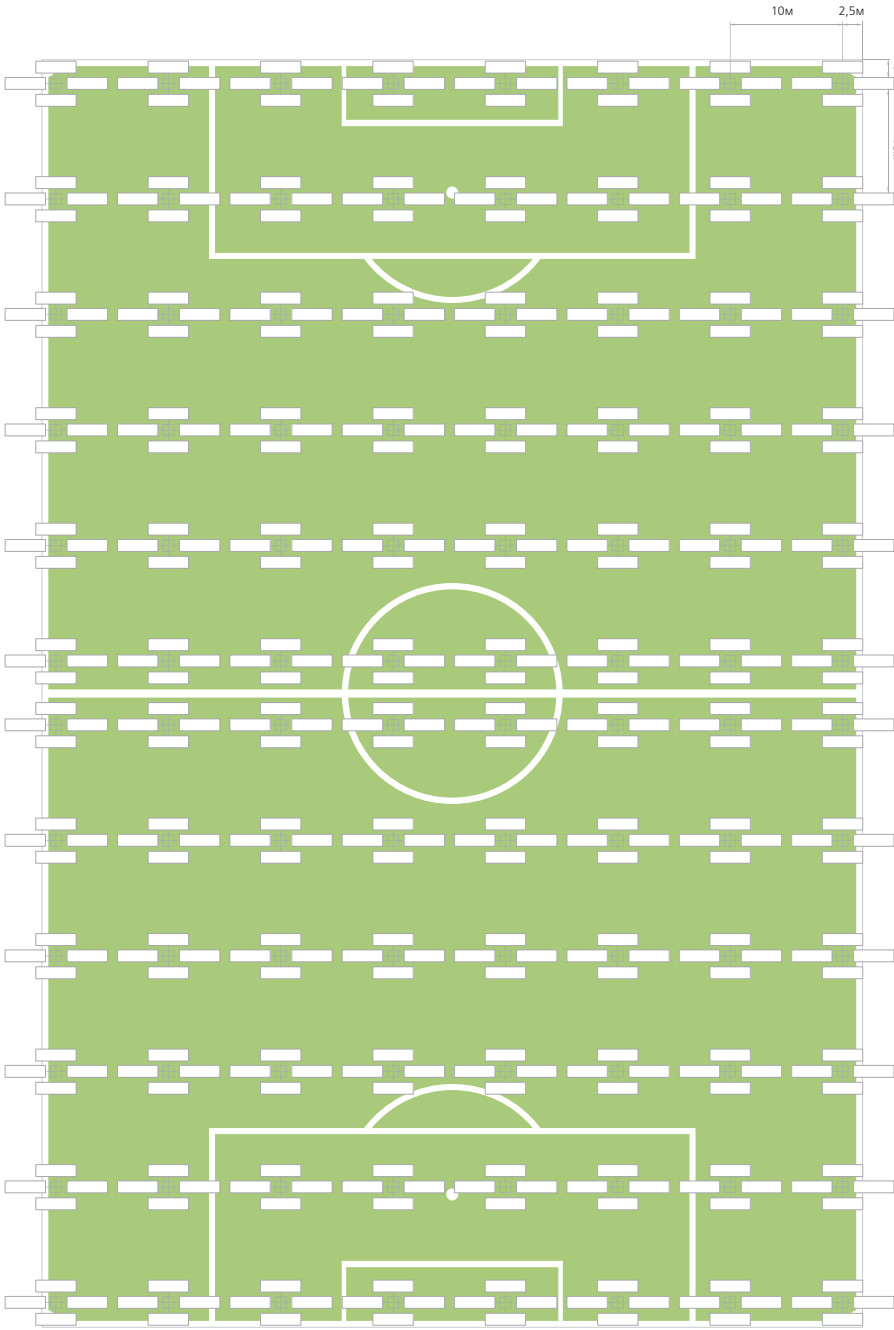
Условия:

Дата:

Объект:

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |

Протокол измерений 3: Вертикальные измерения и расчеты для камеры на игровом поле



Ф.И.О. исполнителя:

Условия:

Дата:

Объект:



|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |

9.6 → Освещение: терминологический словарь

**Величина перепадов равномерности (КП)** → Коэффициент перепадов (градиент) равномерности обычно используется для измерения равномерности распределения света. Однако его можно также использовать для того, чтобы измерить степень изменения любого расчетного показателя. Он показывает, как быстро меняются значения между точками, где проводятся измерения. КП показывает изменение значений между соседними точками, в которых проводятся измерения, находящимися рядом, выше, ниже или по диагонали друг от друга. Степень изменения обратно пропорциональна расстоянию между точками (чем больше расстояние, тем меньше степень изменения). Величина КП выражается как соотношение между различными значениями. Указанное значение КП показывает самое высокое соотношение или самую высокую степень изменений.

**Вертикальная освещенность для камеры у игрового поля: Ev поля** → Освещенность плоскости, расположенной в 1 м над игровым полем и параллельной игровому полю по направлению к боковой линии.

**Вертикальная освещенность для фиксированной камеры: Ev фикс.** → Освещенность плоскости, расположенной в 1 м над игровым полем и под углом 20° к линии горизонта по направлению к позициям камер.

**Вертикальная освещенность: Ev** → Свет, падающий на вертикальную поверхность, расположенную в 1 м над игровым полем. Направление определяется особо.

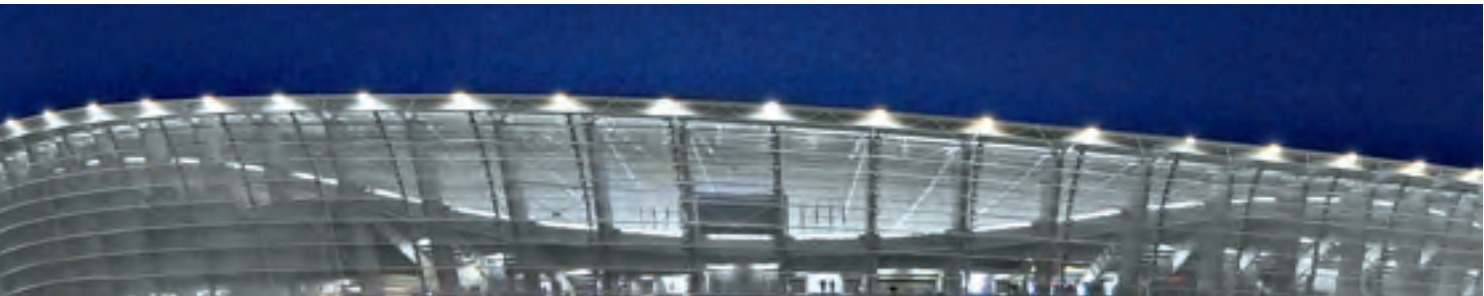
**Временное освещение** → Мачты осветительных приборов и другие конструкции, поддерживающие кассеты с прожекторами, которые демонтируются после матча.

**Высота установки: Hm** → Высота монтажа осветительных приборов относительно точки на игровом поле. Hm = расстояние d x тангенс б.

**Горизонтальная освещенность: Eh / Eh средн.** → Количество света, падающего на горизонтальную плоскость в 1 м над игровым полем.

**Индекс блескости** → Степень, в которой осветительные приборы слепят глаза, вызывая ощущение дискомфорта у человека на игровом поле или рядом с ним. Индекс блескости определяется Международной комиссией по освещению в публикации 112, 1994, Система оценки слепящего действия для освещения открытых и закрытых спортивных сооружений.

**Исходная освещенность: E перв** → Освещенность после первых 100 часов работы. Исходный световой поток в люменах. Показывает отдачу источника света (ламп) после первых 100 часов работы.



**Коэффициент отклонения: КО** → Коэффициент отклонения – это показатель, используемый для расчета равномерности распределения освещения. КО определяется как соотношение стандартного отклонения всех показателей от среднего значения.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_L - \bar{X})^2}{n}}$$

$\sigma$  = Стандартное отклонение  
 $X_L$  = Горизонтальное освещение в каждой точке

$\bar{X}$  = Среднее значение по всем точкам  
 $n$  = Общее число точек

**Коэффициент технического использования** → Этот коэффициент меньше 1. Исходная освещенность x коэффициент технического использования = под-держиваемая освещенность (параметр удержания). Он вносит поправки в зависимости от износа работающих ламп и поверхностей светильника.

**Коэффициент цветопередачи: Ra** → Степень, в которой определенный источник света воспроизводит набор эталонных цветов по сравнению с теми же цветами при дневном (естественном) освещении. Этот индекс варьируется от Ra0 до Ra100.

**Кривая спектральной чувствительности глаза: V(α)** → Человеческий глаз более чувствителен к определенным цветам, например, он в 20 раз более чувствителен к зеленому и желтому цвету, чем к красному или синему.

**Люкс** → Единица освещенности поверхности игрового поля в люменах на м². 1 люкс = 1 люмен / м².

**Люмен: Lm** → Единица измерения светового потока лампы в зависимости от спектральной кривой чувствительности глаза.

**Магистраль на входе** → Входящая линия коммунального электроснабжения, подключенная через счетчики электроэнергии.

**Максимальная вертикальная освещенность** → Освещенность, измеренная прибором, направленным на самый яркий источник света.

**Нарушение световых границ** → Количество света и слепящих бликов, выходящих за пределы объекта.

|     |                                             |     |
|-----|---------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Энергоснабжение                             | 166 |
| 9.2 | Требования к объекту                        | 169 |
| 9.3 | Спецификации системы освещения и технологии | 176 |
| 9.4 | Влияние на окружающую среду                 | 180 |
| 9.5 | Ввод в эксплуатацию                         | 181 |
| 9.6 | Освещение: терминологический словарь        | 188 |
|     |                                             |     |
|     |                                             |     |

**Освещенность по отношению к камере: E камеры** → Освещенность на плоскости, расположенной на расстоянии 1м над уровнем игрового поля и перпендикулярно к позиции телекамеры.

**Освещенность: E** → Количество света, падающего на поверхность в определенной точке, выражается в люксах.

**Основной угол обзора игрока: ОУЗИ** → Обычный радиус обзора игрока относительно игрового поля и осветительных приборов.

**Перепад освещенности %** → Разница в освещенности между двумя соседними точками на игровом поле.

**Поддерживаемая освещенность: E поддерж / E ср. поддерж.** → Среднее значение освещенности, допустимое для данных светильников; если уровень освещенности ниже этого значения, необходимо или заменить лампы, или помыть светильники.

**Равномерность освещенности** → Описывает, насколько равномерно свет распределяется над поверхностью игрового поля, и выражается в коэффициентах U1 и U2.

**Резервный переход** → Способность системы электроснабжения обеспечивать непрерывную стабильную подачу электричества во время его отключения или во время скачков напряжения перед началом работы генератора.

**Средняя освещенность: E средн** → Средняя горизонтальная освещенность, полученная в результате расчетов или измерений.

**Цветовая температура: Tk** → Восприятие цвета определенного типа освещения, измеряется по шкале Кельвина.

## Освещение и электроснабжение

Благодаря тому, что технический уровень современных стадионов уже ориентирован на высокие стандарты, большинство из них будут способны адаптироваться к еще более высоким требованиям Кубка Мира ФИФА™. Однако для того, чтобы правильно подготовиться к Кубку Мира и сделать все необходимое для его успешного проведения, проектировщикам и инженерам следует проконсультироваться с „Техническим приложением“, оговаривающим конкретные нормативы. Следует также учесть специфические требования, предъявляемые ФИФА к техническому оборудованию для телевещания.