

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

О. С. Юрченко

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ. ПАРАМЕТРЫ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекционным и практическим занятиям
по дисциплине «Освещение ландшафта»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Нижний Новгород
2025

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

О. С. Юрченко

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ.
ПАРАМЕТРЫ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ**

Учебно-методическое пособие
по подготовке к лекционным и практическим занятиям
по дисциплине «Освещение ландшафта»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Нижний Новгород
ННГАСУ
2025

УДК 628.9

Юрченко, О.С. Характеристики источников света и световых приборов. Параметры световой среды : учебно-методическое пособие / О.С. Юрченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2025. – 37 с.: ил. – 1 электрон. опт. диск (CD-RW). – Текст : электронный.

Приведены основные характеристики источников света и световых приборов. Рассмотрены количественные и качественные параметры световой среды, распределение света в пространстве и во времени.

Предназначено обучающимся в ННГАСУ по направлению подготовки 35.03.10 Ландшафтная архитектура.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Источники света и световые приборы. Физические характеристики | 4 |
| 2. Светотехнические характеристики источников света и осветительных приборов | 5 |
| 2.1. Качественные характеристики источников света | 6 |
| 2.2. Распределение света в пространстве | 8 |
| 2.3. Качественные характеристики света | 10 |
| 2.4. Распределение света во времени | 18 |
| 3. Характеристики световой среды | 21 |
| 3.1. Качественные характеристики световой среды | 21 |
| 3.2. Распределение света в пространстве | 25 |
| 3.3. Качественные характеристики световой среды | 29 |
| 3.4. Динамика световой среды | 29 |
| 4. Анализ световой среды. Ошибки в освещении | 30 |
| 5. Список рекомендованной литературы | 34 |

*Если мы не можем что-то измерить,
мы не можем улучшить использование этого
Уильям Томсон (Лорд Кельвин)*

1. Источники света и осветительные приборы. Физические характеристики

Источники света ИС и осветительные приборы ОП делятся на три большие группы (рис. 1):



- лампы накаливания, в которых свет получается в результате нагрева спиралей из тугоплавкого материала до высоких температур порядка 3000 градусов (обычные ЛН и галогенные лампы ГЛН)

- газоразрядные лампы, в которых свет получается в результате свечения электрической дуги между электродами (натриевые лампы НЛ, которые широко применялись раньше в уличном освещении и металлогалогенные МГЛ) или в результате свечения паров ртути в электрическом поле (люминесцентные ЛЛ и дуговые ртутные лампы ДРЛ)

- светодиодные источники света, в которых свет возникает при прохождении тока через полупроводниковый кристалл определенного состава.

Более подробно источники света и осветительные приборы будут рассмотрены в отдельном методическом пособии.

К основным физическим характеристикам источников света относят: рабочее напряжение, мощность, форму, тип цоколя. Лампы имеют различный срок службы, зависящий в первую очередь от их типа - от тысячи (ЛН) до десятков тысяч часов (светодиодные ИС) (рис.2).



Рис.2. Характеристики источников света

2. Светотехнические характеристики источников света и осветительных приборов

Светотехнические характеристики источников света (ИС) и осветительных приборов (ОП) можно разделить на 4 группы (рис. 3):

- количество света
- распределение света в пространстве
- качество света
- распределение света во времени.



Рис. 3. Основные светотехнические характеристики

2.1. Количественные характеристики источников света

Важнейшая количественная характеристика - световой поток, измеряемый в люменах (лм). Это количество световой энергии в видимом диапазоне - от фиолетового света (с длиной волны 380 нанометров) до красного (760 нанометров) (рис.4).



Рис. 4. Количество света: световой поток

Производная величина - **светоотдача** (отношение светового потока к потребляемой мощности, лм/Вт) характеризует эффективность ИС или ОП, служа своего рода КПД (рис. 5). Светоотдача ламп накаливания самая низкая - 10-15 лм/Вт, галогенных ламп - до 20 лм/Вт. Самые эффективные источники света - светодиодные. Светоотдача промышленных образцов доходит до 150 лм/Вт, экспериментальных - выше 300 лм/Вт. Минимальная светоотдача регулируется нормативами или техническими заданиями: использование ОП с этим показателем ниже установленного предела не допускается.



Рис. 5. Светоотдача у разных типов ламп

Для характеристики слепящего эффекта используют такой показатель, как **светимость** (рис. 6) - соотношение светового потока к площади светящейся поверхности (лм/м²). Она влияет на комфортность восприятия пространства и образование теней. Слепящий эффект от ярких точечных ИС заставляет зрачок сжиматься и более темное окружение хуже воспринимается. Для снижения слепимости с целью уменьшения дискомфорта от прямого наблюдения

используют рассеиватели и увеличивают поверхность ИС и ОП. При необходимости получения четкой светотени действуют в противоположном направлении.

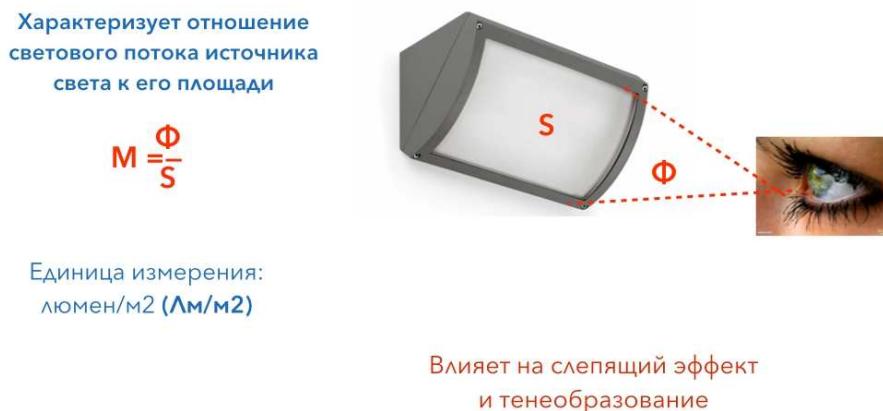


Рис. 6. Светимость, М

2.2. Распределение света в пространстве

Распределение светового потока в пространстве характеризуется следующими показателями: силой света, основным направлением в пространстве и направлением по отношению к освещаемой поверхности.

Сила света характеризует световой поток в определенном направлении. Она определяется как световой поток, разделенный на величину телесного угла (рис.7). Единица измерения - Кандела.

Для графического представления распределения света по разным направлениям используют **кривые силы света** (КСС). КСС – это векторная диаграмма, в центре которой – источник света, а по различным направлениям показаны значения силы света. При различном распределении силы света в плане КСС показывается в двух перпендикулярных плоскостях. Различают следующие типы КСС (рис. 8):

- К- концентрированная
- Г- глубокая
- Д- косинусная
- Л- полуширокая
- III- широкая
- С- синусная
- М- равномерная



Рис. 7. Сила света, I



Рис. 8. Различные типы кривых силы света [5]

Для описания характера распределения света в пространстве применяют также термин «угол рассеивания» (рис. 9). Он определяется по границе зоны с силой света, равной половине от максимальной, что позволяет вычислить его

даже при размытом крае светового пятна. Обычный светодиод имеет косинусное светораспределение и угол рассеивания, равный 120 градусам, однако за счет вторичной оптики (линз или отражателей) возможно сконцентрировать его свет в более узком угле. Таким образом, даже при одинаковом световом потоке можно получить различные световые эффекты. Так, например, широкая оптика применяется в дорожных светильниках, позволяя добиться равномерного освещения проезжей части, узкая - в прожекторах и светильниках акцентирующего освещения.



Рис. 9. Угол рассеивания

2.3. Качественные характеристики света

Качество света определяется несколькими показателями.

Цвет - это волна излучения определенной длины, которая измеряется в нанометрах. Белый свет - это совокупность волн в видимом диапазоне волн от фиолетовых (с длиной волны 380нм) до красных (760 нм). Впервые это было доказано Исааком Ньютона, разложившим свет с помощью призмы (рис. 10).

Цвет определяется длиной световой волны λ 380 (Ф)-700 (К) нм

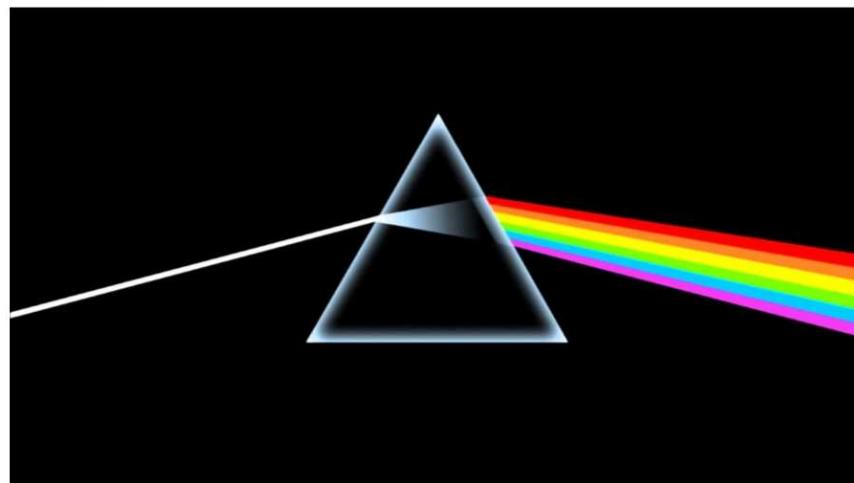


Рис.10. Белый свет – совокупность цветных волн разной длины [7]

Спектр - это распределение лучей разного цвета (с разной длиной волны). Различные источники света имеют разный спектр (рис.11). Для солнечного света характерен сплошной спектр, в котором практически равномерно присутствуют все цвета.

Спектр белого света от разных ИС

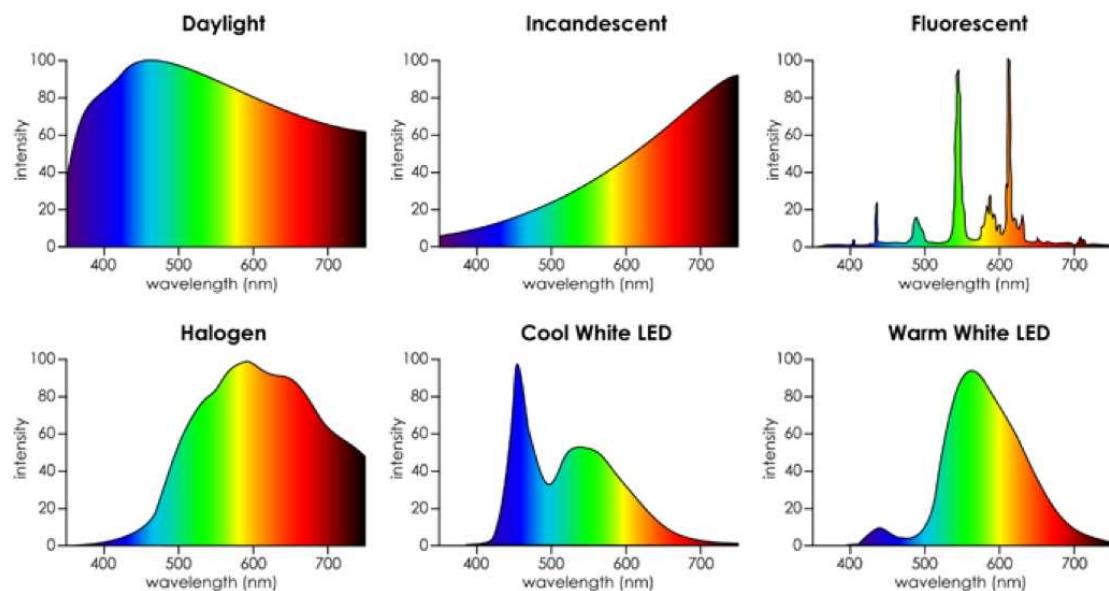


Рис.11. Спектр различных источников света, в верхнем ряду: солнечного, лампы накаливания, люминесцентной лампы, в нижнем ряду: галогенной, холодной и теплой светодиодных [9]

Для ламп накаливания, основанных на излучении нагретой нити, характерен также сплошной спектр с сильным преобладанием волн теплой части спектра (этим объясняется теплый свет этих источников света). Для газоразрядных ламп - полосчатый, определяемый составом светящегося порошка - люминофора или смесью газов в колбе лампы. Для большинства светодиодов характерен «двугорбый» спектр, складывающийся из синего спектра светодиода и желтого спектра люминофора.

В смешении цветов различают две схемы - **субтрактивную** (от слова subtraction - «вычитание») и **аддитивную** (от слова addition - «сложение») (рис.12)

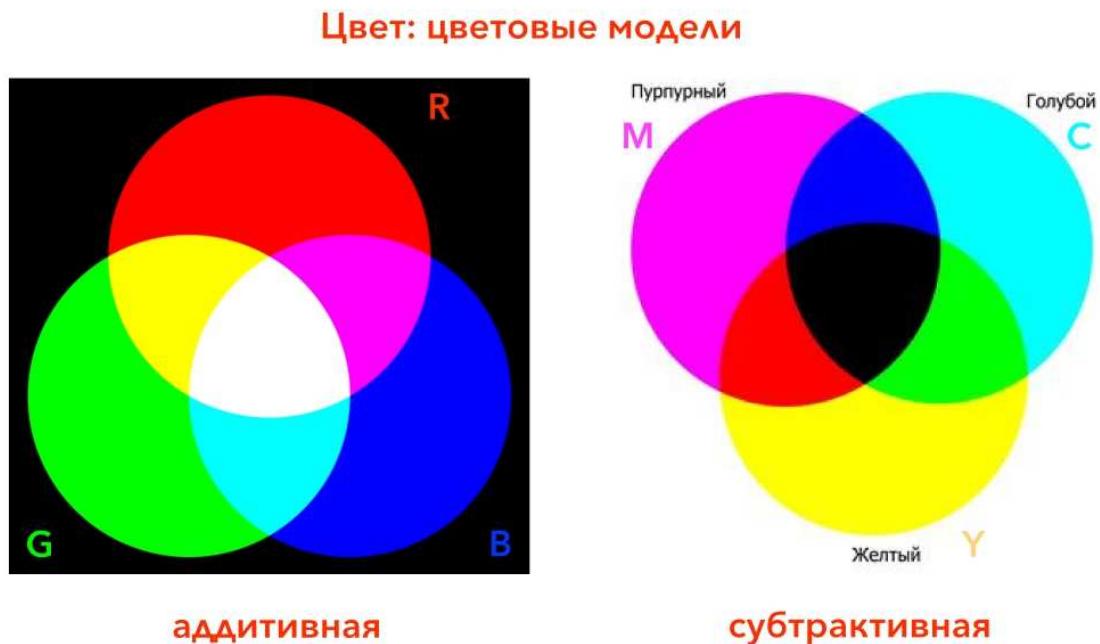


Рис. 12. Схема смешения лучей света (аддитивная) и красок (субтрактивная) [9].

Краски смешиваются по субтрактивной схеме. Например, при смешении синей краски, отражающей лучи в довольно широком диапазоне от глубокого синего до зеленого оттенков (остальные цвета поглощаются) и желтой с аналогичным достаточно широким спектром - от зеленого до красно-оранжевого отражается только общая часть спектра - зеленая. При смешении же разных лучей света происходит их сложение. Например, при сложении

синего и желтого света получается широкий спектр практически всего диапазона световых волн - то есть белый свет.

В субтрактивной схеме смешения красок (например, в принтерах) используются чернила CMYK - цвета циан (зелено-голубой), маджента (красно-синий) и желтый. К ним добавлены черные чернила K для получения более насыщенного черного цвета. В светильниках же, работающих по аддитивной схеме, используется обычно модель RGB - красный, зеленый, синий. Добавление к ним белого W дает возможность получить менее насыщенные разбеленные цвета - модель RGBW. Для получения еще большего диапазона цветов иногда добавляют свет таких цветов как янтарный A (amber), глубокий синий, мадженту M, циан C и белый свет разной цветовой температуры.

Схема смешения цветных лучей – своего рода «палитра», аналогичная той, на которой художники смешивают краски, представлена на **диаграмме МКО** - Международной комиссии по освещению на рис. 13.

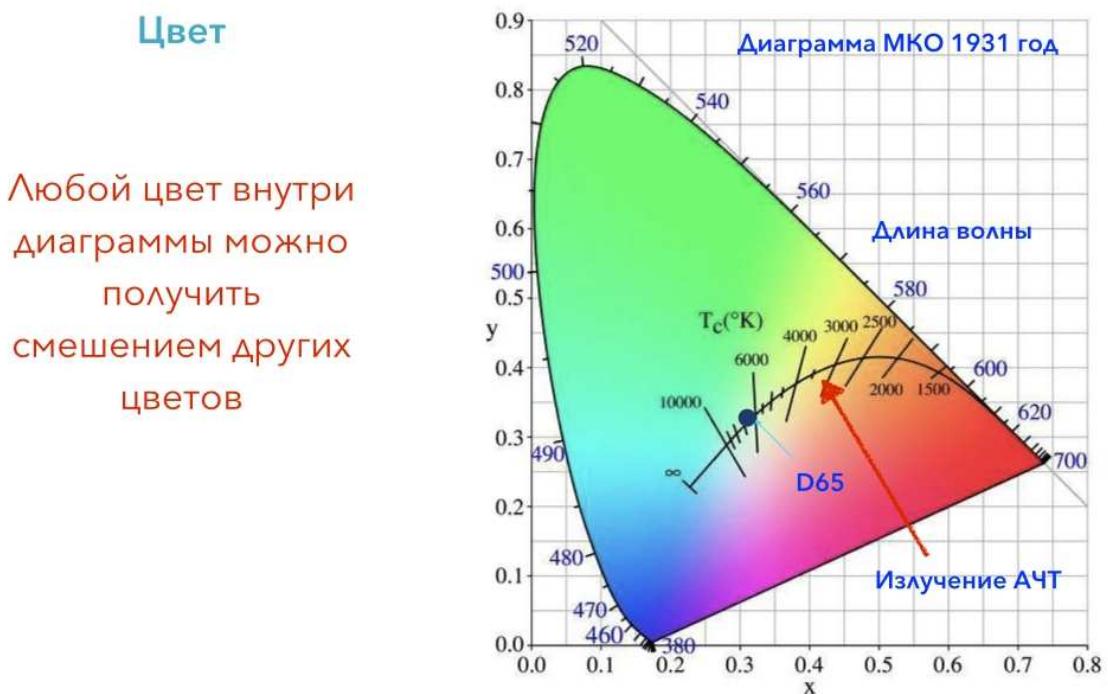


Рис. 13. Диаграмма МКО, показывающая принцип смешения монохромных лучей света с разной длиной волны (по периметру диаграммы). Кривая внутри – белый свет с разной цветовой температурой [9].

По периметру кривой на ней отложены «чистые» цвета – монохромное излучение с определенной длиной волны - от фиолетового до красного. Внизу на прямой расположены пурпурные цвета, получаемые смешением фиолетовых и красных лучей. Внутри области расположены цвета, получаемые смешением разных лучей. Любой цвет внутри диаграммы можно получить множеством способов сочетания. На диаграмме представляет интерес кривая т.н. **излучения АЧТ - абсолютно черного тела**, на которой расположены белые цвета. В левом углу кривой (ближе к синему) расположен холодный белый свет, в правой - теплый. Точка D65 - это свет Солнца.

Для описания белого света используют **коррелируемую цветовую температуру КЦТ** (CCT в английской транскрипции) (рис.14). Единица измерения - Кельвин. Белый свет принято делить на теплый (КЦТ меньше 3500 Кельвин), нейтральный (CCT от 3500 до 5500К) и холодный (больше 5500 Кельвин).



Рис. 14. Теплая, нейтральная и холодная цветовая температура.

Для тепловых источников света (лампы накаливания, Солнце) цветовая температура совпадает с температурой нагрева, для газоразрядных определяется составом люминофора, для светодиодов - сочетанием излучения

твердотельного полупроводника и люминофора. Разделение на теплый/холодный свет, противоречащее цифровым значениям температуры связано с тем, что синеватый холодный свет у нас ассоциируется со снегом, а теплый, желтоватый - с огнем. Белый свет одинаковой температуры может иметь разный **оттенок**, отклоняясь от идеальной кривой в сторону зеленоватых или красно-синих (маджентовых) цветов. На диаграмме МКО (рис. 13) поперек кривой белого света изображены т.н. **изотермы** - белый свет одинаковой цветовой температуры с разным оттенком, в котором больше зеленого или розового.

Вопреки неправильному расхожему убеждению, что холодный свет якобы более точно передает цвета освещаемых предметов, правильность восприятия прямо не связана с цветовой температурой. Поэтому для белого света применяют понятие **цветопередачи**, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сравниваемое с освещением стандартным («идеальным») источником света той же цветовой температуры. Цветопередача оценивается индексом CRI или Ra - средним арифметическим от индексов цветопередачи эталонных цветов Ri (рис. 15).



Индекс цветопередачи показывает, насколько правильно отображаются цвета по сравнению с эталонным светом той же цветовой температуры

Рис. 15. Тестовые цвета для оценки цветопередачи с помощью индекса CRI (Color Rendering Index).

Используют обычно 8 эталонных сложных цветов и 6 дополнительных, включая открытые красный, синий, желтый, зеленый, цвет кожи и цвет листьев. Индекс CRI меньше 70 - плохая цветопередача, от 80 до 90 - хорошая, при 90 - очень хорошая, и при $CRI=100$ - идеальная. Индекс CRI нормируется для интерьеров по СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Для наружного освещения он может задаваться в ТЗ.

Особенно важна цветопередача при архитектурном освещении, если по концепции светодизайна мы повторяем дневной образ здания.

Более совершенная система оценки цветопередачи ТМ-30-15 (рис. 16) была взята за основу при разработке нового предварительного национального стандарта ПНСТ 927-2024 [2], устанавливающего новый метод определения точности цветопередачи.



Индекс цветопередачи Rf показывает, насколько правильно отображаются цвета по сравнению с эталонным светом той же цветовой температуры

Рис. 16. Тестовые цвета в системе ТМ-30-15 и индекс Rf (fidelity) [10].

Она использует 99 эталонных образцов разного цвета и насыщенности, позволяя оценить точность отображения широкой гаммы цветов (индекс Rf, схожий по своей сути с показателем CRI) и насыщенность (индекс Rg) при

освещении разными источниками света, а также графически представляет цветопередачу в разных участках спектра. На графике (рис. 17) представлено сравнение эталонного источника света в виде круга и испытуемого образца. По форме овала, показывающего распределение света в разных цветовых диапазонах наглядно представлено отклонение света от идеала в различных областях спектра. На данном примере видно, что сине-зеленые и красные оттенки освещаемых предметов этим источником света кажутся более блеклыми, а желто-зеленые и сине-сиреневые - более насыщенными.

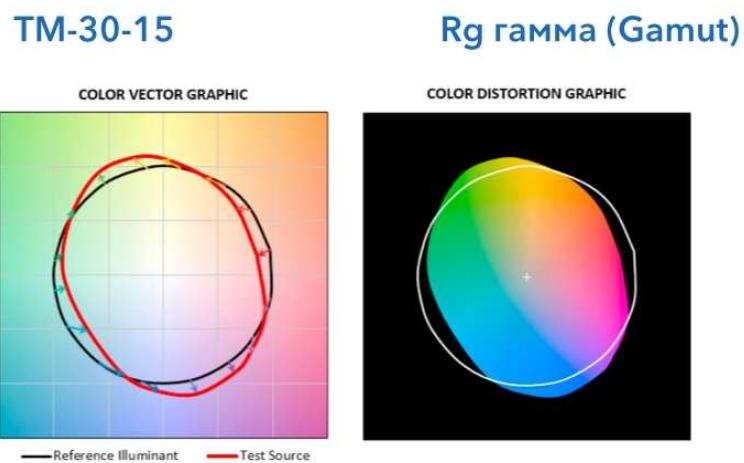


Рис. 17. Графическое отображение цветопередачи в системе TM-30-15. Черный круг – идеальная цветопередача от эталонного источника света той же цветовой температуры, красный овал – цветопередача от испытуемого ИС [10].



Рис. 18. Искажение видимого цвета может происходить в двух направлениях - в сторону близких оттенков (вдоль круга) и в сторону более насыщенных или тусклых оттенков – перпендикулярно кругу [10].

2.4. Распределение света во времени

Распределение света во времени описывается такими характеристиками, как пульсация и динамика.

Пульсация показывает величину отклонения светового потока от среднего (рис. 19). Чрезмерная пульсация с большой частотой не воспринимается нашим сознанием, но негативно влияет на наше зрение, вызывая усталость глаз, их покраснение, головные боли и т.п. Поэтому пульсацию ограничивают нормативами.

Восприятие



Рис. 19. Восприятие пульсации света с разной частотой.

Под **динамикой света** понимают различные изменения светового потока, его спектра или распределения в пространстве.

Различают следующие виды динамики:

Диммирование - от слова dimm - «затемнение» (рис. 20), сейчас под этим термином понимают любое изменение светового потока - как уменьшение, так и его увеличение.



Рис. 20. Диммирование – изменение светового потока

- управление цветовой температурой белого света (рис.21). Так называемые источники «мультибелого света» позволяют ступенчато или плавно менять его цветовую температуру. Самый простой вариант – когда источник света меняет цветовую температуру при повторном включении.



Tunable White - Мультибелый

Рис. 21. Изменение цветовой температуры

- «теплое диммирование» - одновременное уменьшение светового потока и снижение цветовой температуры, имитирующее подобный эффект в лампах накаливания (рис. 22)



Одновременно со световым потоком изменяется цветовая температура, как у ламп накаливания и галогенных ламп

Рис. 22. «Теплое» диммирование – Dimm to Warm.

- изменение цвета, которое может осуществляться с различной последовательностью и ритмом (рис. 23).



Тенденция - динамика цвета в ограниченной и продуманной гамме, отказ от «Эржебетины» (весь спектр RGB по кругу)

Рис.23. Современная тенденция – ограничение используемых цветов в соответствии с концепцией и их плавная смена

- управление направлением светового луча или (и) световой «фактурой».

Зародившись в сценическом освещении, эти технологии пришли в наружное освещение, используясь во время световых фестивалей и шоу.

3. Характеристики световой среды

Световую среду можно также охарактеризовать параметрами, условно поделенными на четыре группы, аналогично тем, которые используются для источников света (рис. 24):

- количество света
- распределение света в пространстве
- качество света
- распределение света во времени.



Рис. 24. Основные характеристики световой среды.

3.1. Количественные характеристики световой среды

Количество света (световой поток), приходящееся на единицу площади поверхности, называется **освещенностью** (рис. 25). Мера измерения - люкс (1 люкс = 1 люмен/1м²).



Рис.25. Освещенность.

При увеличении расстояния от источника света освещенность уменьшается пропорционально квадрату расстояния (так как увеличивается освещаемая площадь при том же световом потоке). Эта зависимость носит название «закон обратных квадратов» (рис. 26).



Рис. 26. Закон обратных квадратов

Различают следующие виды освещенности (рис. 27, 28):

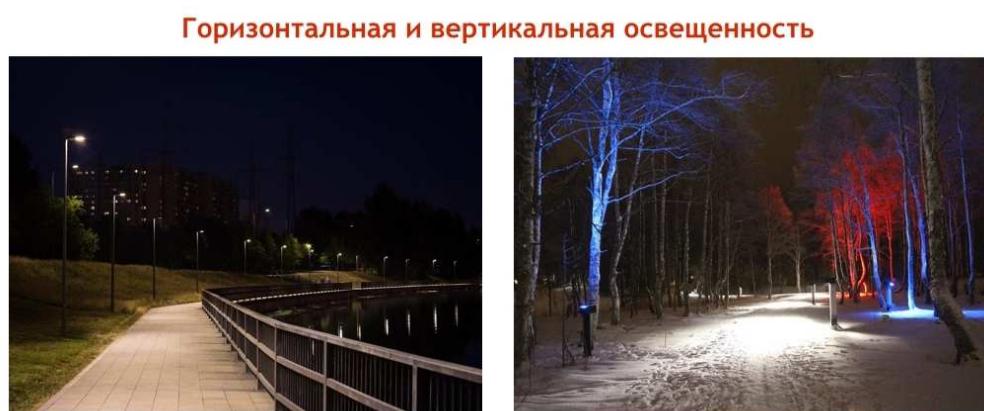
- **горизонтальную**, измеряемую на горизонтальной поверхности (для наружного освещения это в основном поверхность земли). Она важна для движения пешеходов или транспорта по территории, выполнения каких-либо

действий, называемых зрительной работой (производственная деятельность, занятия спортом и т.п.);

- **вертикальную**, измеряемую на вертикальных поверхностях. Она важна для ориентации на местности, создания ощущения светлого пространства, освещения фасадов и других объектов.



Рис. 27. Горизонтальная, вертикальная и полуцилиндрическая освещенность.



Горизонтальная и вертикальная освещенность

Горизонтальная освещенность улучшает самочувствие и настроение
 Вертикальная освещенность улучшает ориентацию в пространстве*
 Исследования Королевского Технологического института в Стокгольме
 Пространство кажется светлым, когда окружение светлее поверхности земли!

Рис. 28. При освещении только горизонтальных поверхностей пространство кажется темным (левый снимок – Парк 850-летия Москвы [12]), освещение вертикальных поверхностей устраняет этот недостаток (правый снимок – Парк Kirkkosaari в г. Kuusamo [13]).

- цилиндрическую и полуцилиндрическую, измеряемую как среднее значение вертикальных освещенностей на поверхности цилиндра или полуцилиндра. Она важна для характеристики «наполненности светом пространства», для распознавания лиц и образования теней, которые передают форму предметов.

Освещенность может быть измерена в любой точке, нам важны следующие ее значения: минимальная, средняя, максимальная. Средняя освещенность нормируется СП 52.13330-2016.

Яркость (рис. 29) - это количество света, отраженного от поверхностей, она зависит от их коэффициента отражения - доли отраженного света от падающего. Белые поверхности имеют коэффициент близкий к единице, черные - близкие к нулю. Характер отражения может быть разным - от зеркального, когда отраженные лучи идут под одинаковыми углами и диффузным, когда они отражаются в разных направлениях (рис. 30). В первом случае поверхность блестящая, во втором матовая. Коэффициент отражения не зависит от характера отражения, а зависит только от цвета поверхности. Единица измерения яркости - Кандела на 1м². Яркость нормируется для дорожного полотна и освещения фасадов. Благодаря тому, что мы видим отраженный свет, яркость более правильно характеризует восприятие световой среды, чем освещенность.



Рис. 29. Яркость.

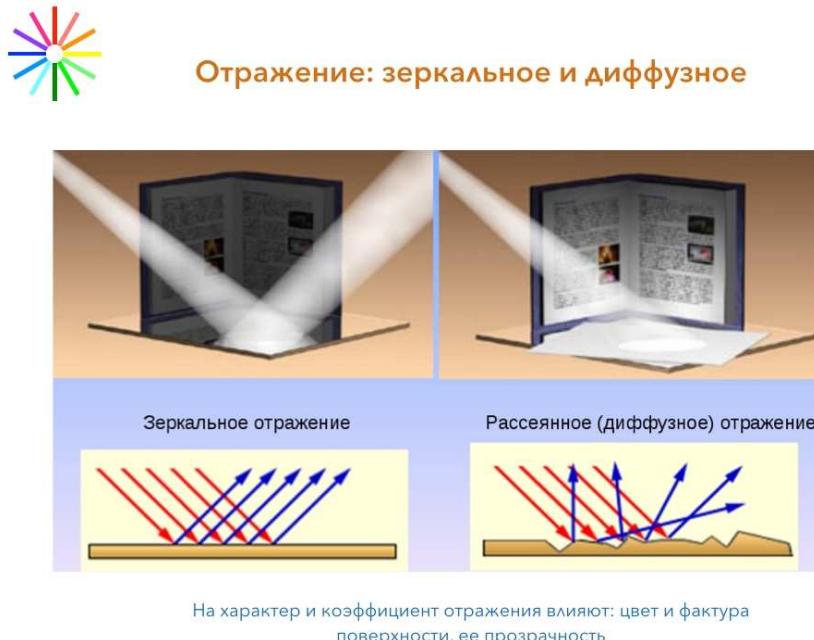


Рис. 30. Характер отражения: зеркальный и диффузный.

3.2. Распределение света в пространстве

Распределение света в пространстве характеризуется равномерностью освещенности или яркости (обычно это соотношение минимального значения к среднему (хотя в некоторых случаях оценивается соотношение минимального значения к максимальному). Равномерность освещенности и яркости нормируется для утилитарного освещения улиц и дорог (рис. 31).



Равномерное освещение



Неравномерное освещение

$$Uo = E_{min} / E_{cp}$$

Рис. 31. Равномерность освещения (левый снимок - скейтпарк в г. Карлсруэ, Германия [14], правый – ТЦ, г. Стратфорд-апон-Эйвон, Великобритания []).

Спортивные сооружения наиболее требовательны к равномерности освещения. Напротив, неравномерность освещения создает более привлекательную световую среду в пешеходных пространствах. Пешеходные пространства предъявляют различные требования к равномерности освещенности. Тем не менее, монотонная световая среда обладает меньшей привлекательностью, чем игра света и тени.

Неравномерное освещение создает пятна света - световые акценты. Акценты различаются по их величине, количеству и силе (рис. 32).

Сила акцента определяется отношением освещенности в нем к освещенности фона. С помощью световых акцентов выделяют наиболее интересные элементы пространства. Различают слабые акценты (до 3:1), средние (от 3:1 до 10 :1) и сильные (больше 10:1).



Рис. 32. Слабые немногочисленные акценты придают пространству более спокойный характер, сильные акценты придают ему драматический вид.

Для характеристики места расположения основного освещения применяют термин **локализация света** (рис. 33). Это позволяет выделить элементы, важные с точки зрения функциональности или их роли в световой композиции.

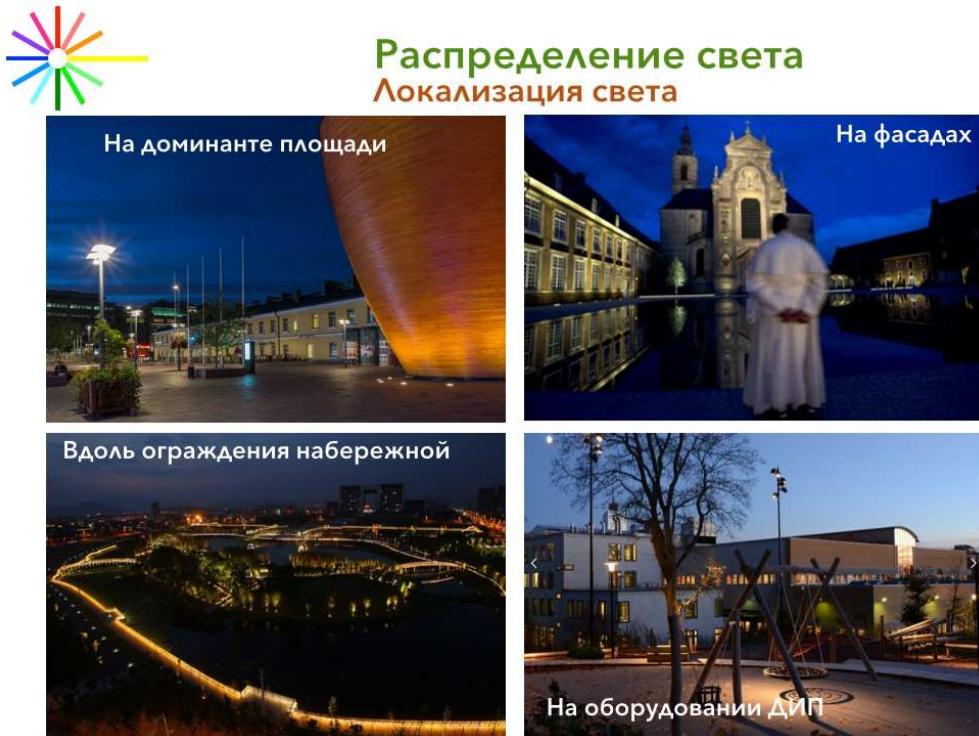


Рис. 33. Примеры различной локализации света (площадь Narinkkatori в Хельсинки [15], площадь в Аббатстве Averbode [16], парк Yuying Brook of Deqing, Китай [17], детская площадка в парке Kista Gard в г. Стокгольме [18])

По направлению света к горизонту различают (рис. 34):

- освещение сверху (downlighting) – более спокойный привычный образ
- освещение снизу (uplighting) создает драматический театральный эффект
- освещение сверху и снизу (up&down) может решать задачи функционального и декоративного освещения

По направлению света к освещаемой поверхности выделяют (рис. 35):

- фронтальное освещение

- боковое, в котором среди вариантов выделяют скользящее (grazing) освещение, когда лучи света идут под острым углом к поверхности, выявляя ее текстуру и прием wallwashing, когда поверхность освещается равномерно
- контровое, когда источник света находится сзади и создает ореол на силуэте предмета
- внутреннее освещение, когда светится сам предмет.



Рис. 34. Различное направление света придает пространству разный характер.



Рис. 35. Направление света по отношению к объекту

Яркий слепящий свет создает дискомфорт для наблюдателей. Для оценки комфортности световой среды применяют показатель GR (Glare rating) и UGR (Unified Glare Rating), они определяются по количеству света, попадающего в глаза наблюдателей от светильников. Чем они меньше, тем световая среда комфортнее. Однако для декоративного освещения объектов, наоборот, требуется направленное освещение, обеспечивающее четкое тенеобразование, выявляющее форму здания и его детали (рис. 36).



Рис. 36. Тенеобразование при различном естественном освещении.

3.3. Качественные характеристики световой среды

Качественные характеристики световой среды аналогичны вышеуказанным для источников света. Это спектр, цветовая температура (для белого света), цвет, цветопередача.

3.4. Динамика световой среды

Динамические изменения световой среды обычно описывают сценариями, каждый из которых представляет сочетание различных количественных и качественных характеристик. Различают суточные сценарии - в разное время дня, будничные и праздничные, сезонные.

4. Анализ световой среды. Ошибки в освещении.

Анализ количественных и качественных характеристик освещения, его распределения в пространстве и времени дает нам возможность оценить световую среду по совокупности параметров, понять недостатки световых решений и наметить пути их исправления (рис. 37).



Рис. 37. Примеры плохого безликого освещения (Нижне-Волжская набережная) и хорошего (Набережная в г. Юрьевце).

Наиболее характерные ошибки представлены на рисунках 38-43.

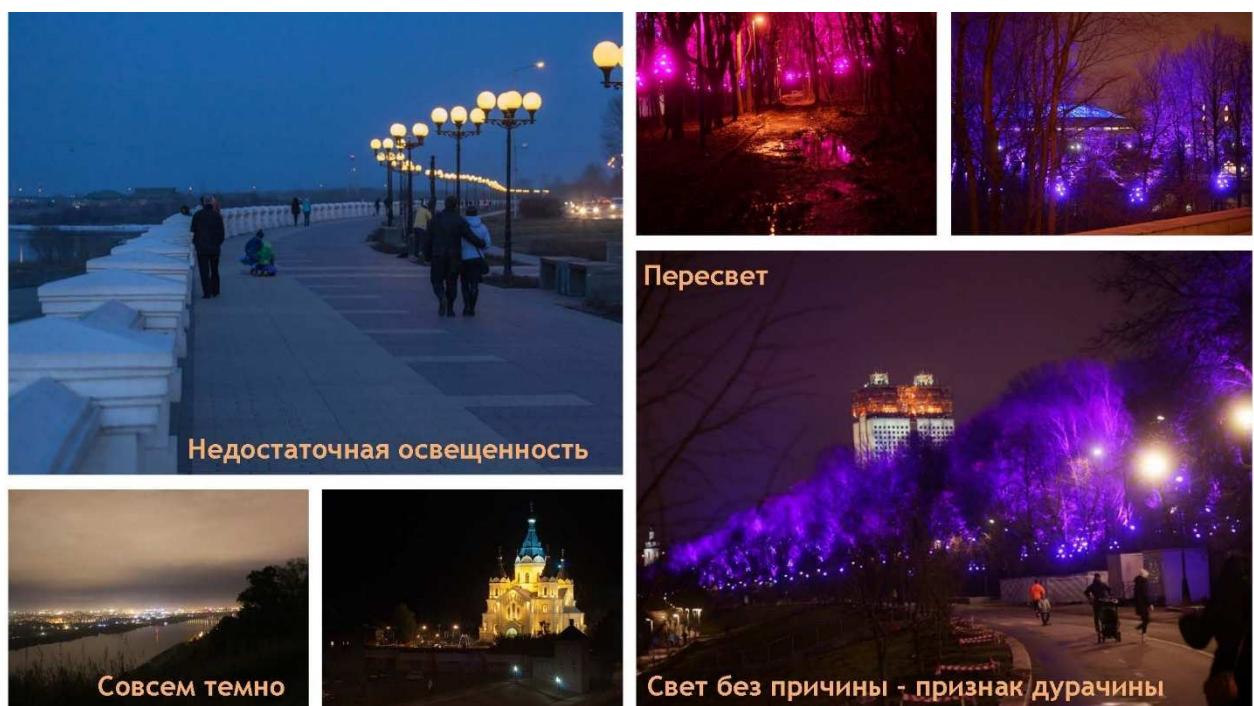


Рис. 38. Неправильное количество света (Нижний Новгород и Воробьевы горы, Москва)



Рис. 39. Неправильное распределение света

Свет мешает видеть

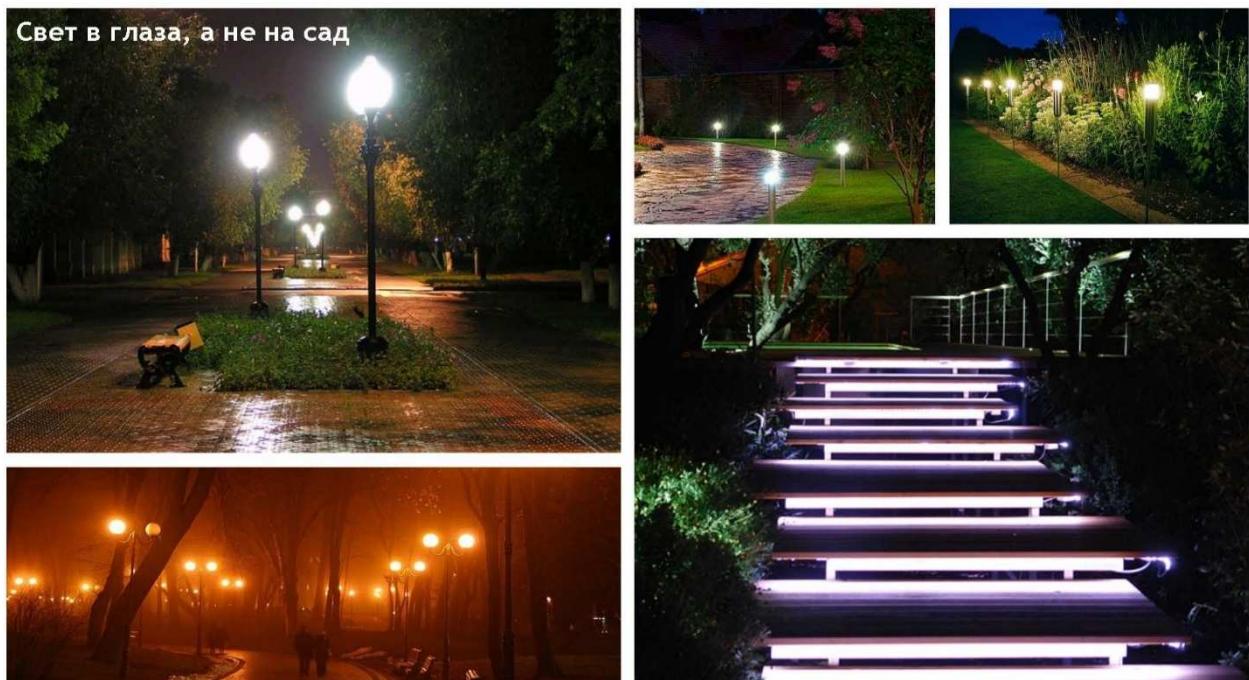


Рис. 40. Дискомфортное слепящее освещение.



Рис. 41. Излишнее количество акцентов, цвета и светильников

Некомфортное количество света



Рис. 42. Неправильное сочетание количества света и цветовой температуры



Рис. 43. Отсутствие динамики, сценариев и учета времени суток.

Причиной большинства ошибок является недостаточная грамотность заказчиков и проектировщиков в вопросах освещения, игнорирование или незнание законов светологии и норм освещения, выбор светильников по форме без учета их характеристик: количества, качества и распределения света в пространстве и во времени (рис. 44).



Рис. 44. Причины ошибок в разделе освещения в ландшафтных проектах.

5. Список рекомендуемой литературы

1. **СП 52.13330.2016** Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М., 2016
2. **ПНСТ 927-2024.** Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Приборы осветительные, источники света электрические. Метод определения индекса точности цветопередачи. М.: Российский институт стандартизации, 2024
3. **Щепетков Н.И.** Светодизайн города и интерьера: Учебное пособие для высших учебных заведений. – М., 2021. – 456 с.
4. **Щепетков Н.И.** Световая архитектура и световой дизайн города и интерьера: Глоссарий – иллюстрированный терминологический словарь-справочник. – М.: Издательство «Перо», 2024. – 312 с.
5. **Справочная книга по светотехнике** / Под ред. Ю.Б. Айзенберга, Г.В. Бооса. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Ред. журнала «Светотехника», 2019. – 892 с.
6. ГОСТ_54350-2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний.

Перечень иных общедоступных ресурсов сети «Интернет»

7. The Dark Side of the Moon. – [Электрон. Ресурс]. – Википедия. Свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/The_Dark_Side_of_the_Moon
8. Светильники. Выбор, маркировка, характеристики и классификация светильников. – Информационная торговая система ЭлектроТехИнфо. – Режим доступа: https://eti.su/articles/spravochnik/spravochnik_1796.
9. Цветовая модель. Википедия. Свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цветовая_модель

10. Michael P. Royer Tutorial: Background and Guidance for Using the ANSI/IES TM-30 Method for Evaluating Light Source Color Rendition [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/ssl-royer-leukos-tm-30-tutorial-2022.pdf>

11. Площадь Рихарда Вагнера в Лейпциге [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.lichtkunstlicht.com/de/projects/richard-wagner-platz/>

12. Парк 850-летия Москвы [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://brightelec.ru/portfolio/850-let>

13. Парк Kirkkosaari в г. Kuusamo, Финляндия [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.lumous.fi/en/portfolio/kirkkosaari-park-with-memorable-lighting-experience-kuusamo/>

14. Скейтпарк в г. Карлсруэ, Германия [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.siteco.com/applications/references/lighting-solutions-for-every-project-siteco-7>

15. Площадь Narinkkatori в Хельсинки, Финляндия [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.openlightspots.com/spotsol/sv/node/625>

16. Площадь Аббатства Averbode, Бельгия [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://mooool.com/en/averbode-abbey-square-by-omgeving.html>

17. Парк Yuying Brook of Deqing, Китай [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <http://www.valoa.com/ru/portfolio-2>

18. Парк Kista Gard в г. Стокгольме [Электрон. Ресурс]. Режим доступа: <https://www.blackljusdesign.se/kista-gard-park/>

Юрченко Олег Станиславович

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ.
ПАРАМЕТРЫ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ**

Учебно-методическое пособие
по подготовке к лекционным и практическим занятиям
по дисциплине «Освещение ландшафта»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.10 Ландшафтная архитектура

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603000, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
<http://www.nngasu.ru>, rector@nngasu.ru