

# Энергоэффективное проектирование установок дорожного освещения на основе классификации индийских дорог по освещению<sup>1</sup>

С. ЧАКРАБОРТИ\*, П. БАРУА, С. БХАТТАЧАРДЖИ, С. МАЗУМДАР

Университет Джадавпур, Колката, Индия

\* E-mail: suddhasatwachakraborty@gmail.com

## Аннотация

На дорожное освещение приходится значительная часть мирового потребления энергии. Хорошо спроектированное дорожное освещение обеспечивает удовлетворение всех связанных со зрительным восприятием требований. Первым шагом на пути создания хорошего проекта дорожного освещения является точная идентификация класса соответствующей дороги. Действующий индийский стандарт на дорожное освещение *IS:1944–1970* не удовлетворяет потребностям современных индийских дорог. Данная работа направлена на проверку применимости предлагаемой методики для точной классификации освещения индийских дорог, которая представляет собой модификацию методики, предложенной в *CIE:115–2010*. Кроме того, в данной работе большое внимание уделено вопросам сбережения энергии за счёт изменения уровня освещения в соответствии с изменениями классов освещения при изменении интенсивности движения в ночные часы. Представлен инновационный проект освещения новой дороги, в основу которого положена предлагаемая классификация дорог.

**Ключевые слова:** освещение дорог, классификация дорог, энергосбережение, интенсивность движения.

## 1. Введение

Дорогу можно определить как связующий элемент, используемый людьми для реализации своих деловых целей. Освещение дороги способствует людям на всём протяжении пути к намеченной цели, оказывая

при этом большое влияние на их настроение и поведение. Так что комфортное дорожное освещение является предметом первой необходимости. Установки дорожного освещения очень специфичны. Помимо прочего, дорожное освещение должно обеспечивать безопасность всех участников дорожного движения, позволять пешеходам видеть угрозу, узнавать других пешеходов и чувствовать себя в безопасности, и кроме того, дорожное освещение должно улучшать внешний вид окружающей среды в ночное время. Для удовлетворения требований к дорожному освещению, его нужно должным образом проектировать. Наиболее важным входным параметром при проектировании дорожного освещения является класс дороги по освещению. Этому параметру следует уделять повышенное внимание, так как он лежит в основе всех прочих требований, направленных как на обеспечение безопасности участников дорожного движения, так и на минимизацию энергопотребления [1, 2].

В настоящее время имеются два международных нормативных документа, связанных с освещением дорог: *CIE:115–2010* (Технический отчёт «Освещение дорог для моторизованного транспорта и пешеходов») и *IESNA RP-8–00* (Освещение дорог). В *CIE:115–2010* была предложена основанная на яркости методика выбора класса дороги по освещению, в которой учитывались различные параметры, имеющие значение для рассматриваемой зрительной задачи [3].

В Индии нет полноценного стандарта на дорожное освещение. Подобный стандарт должен содержать более конкретные указания, направленные на получение оптимального решения в характерных для индийских дорог условиях смешанного дорожного движения. В соответствии

с *IS:1944–1970*, дороги разделены на шесть групп: *A, B, C, D, E* и *F*. Группы *A* и *B*, в свою очередь, разделены на подгруппы *A1, A2* и *B1, B2* соответственно. В этом стандарте к группе *A1* отнесены «очень важные дороги с быстрым и интенсивным движением транспорта», а к группе *A2* – «главные дороги других типов со значительным движением смешанного транспорта». К группе *B* относятся «второстепенные дороги, к которым предъявляются менее высокие требования, чем к дорогам группы *A*». Применительно к группе *A*, термин «важный» является относительным, и его трактовка зависит от пользователя. Индийский стандарт на дорожное освещение *IS:1944–1970* основан на освещённости, тогда как международный подход состоит в том, что выбор критериев оценки качества освещения дорог должен быть основан не на освещённости, а на яркости. Обычно зрение автомобилистов направлено на дорогу. Поверхность дороги формирует фон для находящихся на дороге объектов. Эта поверхность видна благодаря тому, что отражённый от неё свет попадает на глаза наблюдателей, и чем больше количество отражённого света, тем выше зрительное ощущение, величина которого определяется яркостью. Освещённость представляет собой количество света, падающего на поверхность, и она неспособна вызывать какие бы то ни было зрительные ощущения, так что в качестве фотометрической характеристики дорожного освещения должна выступать яркость. Так что соответствующие указания требуются и применительно к освещению индийских дорог. Рекомендации, содержащиеся в *CIE:115–2010*, составлены таким образом, чтобы их можно было легко приспособить к условиям разных стран и использовать при разработке национальных стандартов на освещение [5]. В частности, в разрабатываемом в настоящее время индийском стандарте на дорожное освещение предлагается новая методика, основанная на упомянутом техническом отчёте МКО по дорожному освещению.

Целью данной работы является подтверждение правильности предлагаемой новой системы классификации индийских дорог и демонстрация нескольких примеров использования этой новой классификации [6].

<sup>1</sup> Сокращённый перевод с англ. Е.И. Розовского. Полный текст перевода находится в редакции.

## 2. Описание подтверждаемой методики

Технический отчёт *CIE:115–2010* «Освещение дорог для моторизованного транспорта и пешеходов» является базой для создания методики, основанной на новых связанных с транспортом и окружающей средой параметрах, учитываемых в соответствии с их весовыми коэффициентами [3]. Эта новая методика представляет собой модификацию существующей методики, которая содержится в *CIE:115–2010*. Так как в Индии реализуются, главным образом, смешанные варианты дорожного движения, то в содержащуюся в *CIE:115–2010* методику были внесены изменения с учётом критичных для индийских дорог моментов. Освещение дорог для автотранспорта разделено на разные классы категории М, от М1 до М6, и для разных классов рекомендуются разные значения параметров освещения, таких как средняя яркость, общая и продольная равномерности яркости, пороговое приращение и коэффициент периферийного освещения. Подходящий класс дороги по освещению следует выбирать, исходя из интенсивности, скорости движения и класса транспорта, наличия разделительных полос и перекрёстков, яркости окружения, наличия припаркованных автомобилей и визуальных указателей.

В новой методике пределы/области значений различных параметров (интенсивность и скорость движения транспорта и яркость окружающей среды) заданы для разделения индийских дорог для автотранспорта на классы М1, М2, ..., М6. Например, трём различным категориям скорости – очень высокая (> 60 км/ч), высокая (40–60 км/ч) и умеренная (< 40 км/ч) – приписаны, соответственно, весовые коэффициенты 1, 0,5 и 0. Аналогичным образом, интенсивность движения транспорта разделена на очень высокую (> 60 авт./мин), высокую (50–60 авт./мин), умеренную (30–50 авт./мин), низкую (10–30 авт./мин) и очень низкую (< 10 авт./мин) с весовыми коэффициентами 1, 0,5, 0, –0,5 и –1 соответственно. В Индии в большинстве мест преобладает смешанное движение транспорта, так что для определения типа интенсивности или скорости движения транспорта требуется проводить очень тщательные

наблюдения. В *CIE:115–2010* класс дороги по освещению определяется по формуле:

$$M = 6 - V_{ws}, \quad (1)$$

где  $V_{ws}$  – сумма всех весовых коэффициентов. Если рассчитанное значение  $M$  не является целым числом, то в качестве  $M$  рекомендуется использовать ближайшее меньшее целое число. Эта формула справедлива только для  $V_{ws} \leq 5$ . Как показывают результаты анализа, в индийских условиях возможны ситуации, при которых  $V_{ws} > 5$ . Так что для преодоления приведённого выше ограничения при выборе класса освещения формула (1) была преобразована в:

$$M = 6 - V_{ws}, \text{ если } V_{ws} \leq 5, \quad (2)$$

$$M = 1, \text{ если } V_{ws} > 5. \quad (3)$$

## 3. Проверка применимости предлагаемой методики к освещению индийских дорог

Проверка применимости представляет собой процесс, в ходе которого подтверждается, что точность модели соответствует поставленной задаче. Никакая модель никогда не является абсолютно точной, и всегда есть причины, оправдывающие создание не абсолютно точной модели. Кроме того, точность любой модели определяется стоящими перед ней задачами. В данной работе единственная задача состоит в подтверждении того, что точность предлагаемой методики, представляющей собой модифицированную версию методики, приведённой в *CIE:115–2010*, достаточна для определения классов индийских дорог по освещению.

Для подтверждения правильности методики были выбраны несколько автомобильных дорог в г. Колкате. Уникальность Колкаты состоит в том, что это один из самых населённых мегаполисов Индии со смешанным движением транспорта. Рассматриваемые автомобильные дороги были обследованы, в результате чего были выделены их отличительные особенности. Исходя из этих отличительных особенностей, рассмотренные дороги были отнесены к разным классам по освещению в соответствии с модифицированной методикой МКО (табл. 1). Чрезвычайно оживлённая дорога с высокой скоро-

стью движения транспорта, очевидно, попадает в более высокий класс по освещению, чем сравнительно менее важная дорога. Однако в ином случае справедливость методики определения классов дорог по освещению становится сомнительной.

Что касается табл. 1, то для дороги *Grand Trunk Road (G.T. Road)* сумма весовых коэффициентов  $V_{ws}$  оказалась равной 5,5. Это очень важная главная дорога, и для неё класс по освещению равен М1. Дорога *Ballygunge Circular Road* относится к более высокому классу, чем дорога *Mayfair Road*. Результаты анализа реальных условий подтверждают, что *Mayfair Road* должна относиться к более низкому классу, чем *Ballygunge Circular Road*, так как у последней интенсивность движения транспорта гораздо выше, чем у первой. Опять же, *Dover Lane*, представляющая собой очень пустынную дорогу, относится к более низкому классу по освещению, чем *Mayfair Road*, что также оправдано. Так что анализ показывает, что предлагаемая система классификации индийских дорог вполне применима, так как она обеспечивает достаточную точность определения классов дорог по освещению.

## 4. Некоторые примеры проектов дорожного освещения, основанных на предлагаемой классификации

В соответствии с предложенной методикой были определены классы по освещению нескольких дорог г. Колкаты, и для каждой из этих дорог были спроектированы соответствующие осветительные установки (ОУ).

### Дорога VIP ROAD

#### 1. Исходные данные

*VIP ROAD*, имеющая официальное название *Kazi Nazrul Islam Sarani*, – это главная магистраль, соединяющая г. Колкату с Международным аэропортом *Netaji Subhas Chandra Bose*. Она расположена на северо-восточной окраине города и имеет ширину, равную в среднем 15 м. На всём протяжении дороги она имеет разделительную полосу шириной 1 м.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Местоположение дороги и её фотография приведены в полном тексте перевода. – Прим. ред.



Сравнение значений фотометрических параметров ОУ (дорога класса M1)

	Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	Существующая ОУ дороги VIP (светильники с НЛВД мощностью 400 Вт)	Модернизированная ОУ дороги VIP (светильники с СД мощностью 250 Вт)
$L_{av}$	2,0	2,14	2,32
$U_0$	0,4	0,36	0,5
$U_1$	0,7	0,35	0,47
$S.R.$	0,5	0,92	0,96

Таблица 3

Значения фотометрических параметров ОУ при работе светильников с СД в режиме пониженной мощности (дорога класса M2)

	Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	Модернизированная ОУ дороги VIP (светильники с СД мощностью 250 Вт, работающие в режиме пониженной мощности 172 Вт)
$L_{av}$	1,5	1,49
$U_0$	0,4	0,5
$U_1$	0,7	0,47
$S.R.$	0,5	0,96

Таблица 4

Сравнение значений фотометрических параметров ОУ (дорога класса M1)

	Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	ОУ новой дороги (светильники с НЛВД мощностью 250 Вт)	ОУ новой дороги (светильники с МГЛ мощностью 250 Вт)	ОУ новой дороги (светильники с СД мощностью 240 Вт)
$L_{av}$	2	2,08	3,03	2,16
$U_0$	0,4	0,69	0,3	0,8
$U_1$	0,7	0,72	0,85	0,74
$S.R.$	0,5	0,97	0,49	0,5

Эта дорога предназначена только для автотранспорта, средняя скорость движения которого превышает 60 км/ч. Так как она ведёт к единственному аэропорту города, то интенсивность движения на ней очень высока, почти 50–60 авт./мин. Так как эта дорога является одной из самых важных дорог г. Колкаты, то она обеспечена хорошей системой визуальных указателей.

В результате проведённого анализа эта дорога была отнесена к классу по освещению M1, и в настоящее время она освещена светильниками с натриевыми лампами высокого давления (НЛВД) мощностью 400 Вт (рис. 1), смонтированными на высоте 8 м на опорах, которые установлены на разделительной полосе с шагом 18 м.

## 2. Проект модернизированной ОУ

Контрольными параметрами при проектировании освещения дорог для автотранспорта являются средняя яркость ( $L_{av}$ ), полная ( $U_0$ ) и продольная ( $U_1$ ) равномерности яркости и коэффициент периферийного освещения ( $S.R.$ ). Рекомендованные значения этих параметров для различных типов автодорог приведены в CIE:115–2010. Эти нормы должны выполняться для всех дорог в соответствии с их классами по освещению. Однако в случае дороги VIP ROAD видно, что её существующее освещение не удовлетворяет этим значениям (см. табл. 2), так что для этой дороги была спроектирована модернизированная ОУ, в которой были использованы другие светильники и изменена высота опор, позволив-

шая обеспечить требуемые значения параметров. Проектирование производилось применительно к светильникам со светодиодами (СД) мощностью 250 Вт (рис. 2), смонтированных на высоте 10 м на опорах, которые установлены на разделительной полосе с шагом 18 м.

Требуемые, существующие и соответствующие модернизированной ОУ значения параметров приведены в табл. 2. Хотя модернизированная ОУ и не обеспечивает выполнение всех предъявляемых требований, полученные в её случае значения параметров всё же лучше, чем имеющие место в случае существующей ОУ. Мощность светильника, использованного в модернизированной ОУ, значительно меньше мощности использу-

Рис. 1. Кривые силы света (а) и коэффициенты использования светового потока (б) светильника с НЛВД мощностью 400 Вт

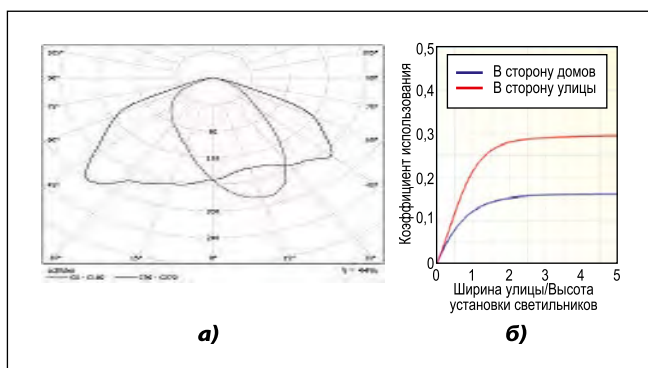
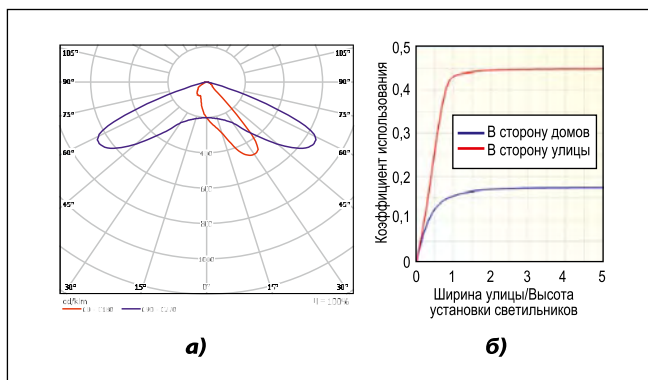


Рис. 2. Кривые силы света (а) и коэффициенты использования светового потока (б) светильника с СД мощностью 250 Вт



мого в настоящее время светильника, что приводит к значительной экономии энергии.

### 3. Расчёт экономии энергии

В существующей ОУ используются светильники с НЛВД мощностью 400 Вт, смонтированные на опорах, которые установлены на разделительной полосе с шагом 18 м, так что на 1 км дороги приходится 110 таких светильников. Количество энергии, потребляемой одним светильником с учётом потерь в пускорегулирующем аппарате, составляет  $(400 + 58) = 458$  Вт, так что при работе ОУ 12 ч в сутки суточное энергопотребление составляет 604 кВт·ч на 1 км дороги. В новой ОУ используются светильники с СД мощностью 250 Вт смонтированные на опорах, которые установлены на разделительной полосе с шагом 18 м, так что на 1 км дороги также приходится 110 таких светильников. Количество энергии, потребляемой одним светильником с учётом потерь в устройстве управления, составляет  $(250 + 12) = 262$  Вт, так что при работе ОУ 12 ч в сутки суточное энергопотребление составляет 346 кВт·ч на 1 км дороги. В результате, экономия энергии при переходе от светильников с НЛВД мощностью 400 Вт на светильники с СД мощностью 250 Вт составляет 258 кВт·ч на 1 км дороги.

### 4. Классификация дороги в зависимости от времени суток

Ещё одним важным моментом является зависимость требований к освещению от времени суток. Обычно при классификации дороги весовые коэффициенты различных параметров освещения определяются применительно к периоду максимальной нагрузки в вечернее время, и рекомендуемые значения параметров устанавливаются в соответствии с условиями, реализующимися в часы пик. Однако дорога, которая относится к определённому классу по освещению в часы пик, в ночное время может уже относиться к другому классу. Интенсивность и скорость движения автомобилей по конкретной дороге зависят от времени. При этом может меняться и яркость окружающей среды, и все эти изменения приводят к изменению класса дороги по освещению. Дорога *VIP ROAD* была обследована в периоды с 18:00 до 24:00 и с 0:01 до 6:00. Интенсивность движения в эти два периода была разной. В вечернее время, то есть в непиковые часы движения, *VIP ROAD*, которая относится к классу по освещению *M1*, переходит в класс по освещению *M2*. Использование светильников с СД не только обеспечивает экономию электроэнергии благодаря уменьшению установленной мощности, но и даёт возможность при

необходимости уменьшать мощность ОУ. Светильник с СД, который в вечерние часы пик работает в режиме 250 Вт, после полуночи можно перевести на работу в режиме 172 Вт. Значения фотометрических параметров, обеспечиваемых при работе в режиме пониженной мощности, приведены в табл. 3.

Аналогичные исследования были проведены применительно и к другим дорогам г. Колкаты, относящимся к разным категориям по освещению<sup>3</sup>.

### 5. Пример новой ОУ

Проект новой ОУ разрабатывается применительно к дороге шириной 15 м. Это дорога для автотранспорта, по которой автомобили движутся с очень высокой скоростью, и на которой нет припаркованных автомобилей.

Первым шагом на пути создания ОУ является определение класса дороги по освещению. Анализ существующих условий движения транспорта по рассматриваемой дороге показал, что эта дорога относится к классу по освещению *M1*, и проектирование следует производить применительно к именно этому классу. Проект ОУ должен обеспечивать выполнение соответствующих классу *M1* требований к средней яркости, общей и продольной равномерности яркости, пороговому приращению яркости и коэффициенту периферийного освещения. Проектирование производилось применительно к светильникам с тремя источниками света: НЛВД, металлогалогенной лампой (МГЛ) и СД. Результаты расчётов, приведённые в табл. 4, говорят о том, что предпочтительным является вариант со светильником с СД мощностью 240 Вт.

Другим важным обстоятельством является изменение требований к освещению во времени. В течение дня наблюдается изменение как количества автомобилей, движущихся по дороге, так и яркости окружающей среды, что приводит к изменению класса дороги по освещению. В случае рассматриваемой дороги интенсивность движения высока в период между 18:00 и 23:00 (50–60 авт./мин), после чего интенсивность движения непрерывно уменьшается до 30–50 авт./мин в пе-

<sup>3</sup> Полученные результаты, аналогичные приведённым в табл. 2 и 3, приведены в полном тексте перевода. – Прим. ред.



Сравнение рекомендуемых значений фотометрических параметров с их значениями, полученными применительно к новой дороге в разные временные интервалы

Класс M1 (18:00–23:00)		Класс M2 (23:00–2:00)		Класс M3 (2:00–6:00)	
Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	ОУ новой дороги (светильники с СД мощностью 240 Вт)	Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	ОУ новой дороги (светильники с СД мощностью 240 Вт, работающие в режиме пониженной мощности 210 Вт)	Рекомендуемые в CIE115:2010 значения для дорог для моторизованного транспорта [3]	ОУ новой дороги (светильники с СД мощностью 240 Вт, работающие в режиме пониженной мощности 125 Вт)
2	2,16	1,5	1,66	1,0	1,12
0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,8
0,7	0,74	0,7	0,74	0,6	0,74
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

вания, составляет  $157,5 + 83,2 + 68 = 308,7$  кВт·ч. Так что при использовании светорегулирования количество потребляемой энергии может быть уменьшено с 378 до 308,7 кВт·ч, то есть благодаря регулированию энергопотребления светильников с СД можно сэкономить почти 70 кВт·ч в сутки.

В результате для освещения этой дороги шириной 15 м рекомендуется использовать светильники с СД мощностью 240 Вт, установленные по двухрядной прямоугольной схеме с расстоянием между опорами 16 м и высотой опор 9 м. Для получения оптимальной ОУ, в часы пик (18:00–23:00) светильники должны работать в режиме полной мощности, в период с 23:00 до 2:00 их мощности должны быть уменьшены до 210 Вт, а в период с 2:00 до 6:00 – до 125 Вт.

## 6. Обсуждение

В статье описаны огромные возможности в части внесения изменений в проектирование уличного освещения в индийских условиях. Приведённый в статье пример дороги *VIP ROAD* явственно демонстрирует эти возможности улучшения освещения дорог. *VIP ROAD* представляет собой очень важную дорогу для автотранспорта. Согласно математической модели, представляющей собой модификацию существующей модели МКО, эта дорога относится к классу M1 по освещению. В существующей осветительной установке этой дороги используются светильники с НЛВД мощностью 400 Вт, установленные на

высоте 10 м при равном 18 м расстоянии между опорами. Результаты измерений оказались значительно ниже, чем рекомендуемые значения. Если же заменить существующие светильники на светильники с СД, обеспечив при этом уровень и равномерность освещения, рекомендуемые для данного конкретного класса дороги по освещению, то это приведёт к огромной экономии энергии и прекрасному удовлетворению всех фотометрических и зрительных критериев. Аналогичным образом, дорога *Purno das Road* (смешанное движение, главным образом, автомобильное) в настоящее время освещена светильниками с НЛВД мощностью 400 Вт, установленными на высоте 9 м при равном 20 м расстоянии между опорами. Результаты измерений и в этом случае оказались значительно ниже, чем рекомендуемые значения. Так что точное определение класса дороги по освещению и основанное на полученных результатах проектирование энергосберегающего дорожного освещения привело бы к созданию наиболее оптимальной осветительной установки.

## 7. Заключение

Полностью оптимизированный проект установки дорожного освещения обеспечивает как выполнение всех возможных фотометрических и зрительных требований, так и экономию энергии. Различные международные и национальные стандарты говорят о необходимости классификации до-

рог по освещению. Такая классификация может обеспечить разделение дорог в соответствии с их значимостью для движения транспорта. В данной статье это вопрос рассматривается применительно к индийским дорогам. Кроме того, в ней предложен метод классификации индийских дорог исходя из характеристик их транспортного потока. По своей природе, индийские дороги относятся к дорогам смешанного типа, и предложенный метод подходит для их классификации по освещению. Проверка правильности метода была проведена на примере нескольких дорог такого мегаполиса, как Колката, освещение которых представляет собой сложную задачу. Кроме того, новизна данной работы состоит в том, что в ней рассмотрено изменение проектных параметров в период низкой транспортной нагрузки. Предложенный метод классификации предусматривает изменение класса рассматриваемой дороги по освещению в ночное время в зависимости от интенсивности движения. Так что проектирование дорожного освещения должно производиться применительно к светильникам, имеющих запрограммированную возможность ступенчатого светорегулирования, с тем чтобы обеспечить требуемые характеристики освещения в разные часы работы осветительной установки в ночное время. А это может обеспечить экономию энергии.

Ещё одним вопросом, рассмотренным в этой работе, было использование предложенной системы классификации для оптимизации дорожного

освещения. Полученные классы дорог по освещению позволяют определить точные требования к фотометрическим характеристикам освещения рассматриваемой дороги, что уменьшит возможность избыточного освещения. Выбор как светильников, так и параметров осветительной установки, является критичным для создания качественного проекта дорожного освещения. И этот момент также подробно рассмотрен в данной статье. Наиболее важным этапом проектирования является выбор светильников для освещения конкретной дороги. К параметрам осветительной установки, которые могут повлиять на весь проект в целом, относятся расположение светильников, высота их установки и т.д. Важное значение имеет и спектр источника света, но этот вопрос в данной статье не рассматривается.

Эту статью можно считать универсальным руководством по проектированию оптимальных установок дорожного освещения. В разных странах действуют разные требования, основанные на специфике транспортных потоков, и предложенная классификация может считаться первым шагом на пути проектирования освещения индийских дорог.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boyce, P.R., Fotios, S., Richards, M. Road lighting and energy saving // Lighting Research and Technology. – 2009. – Vol. 41. – P. 245–260.
2. Kostic, M., Djokic, L. Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting // Energy. – 2009. – Vol. 34. – P. 1565–1572.
3. Commission Internationale de l’Eclairage. Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic. CIE Publication 115–2010, Vienna: CIE, 2010.
4. IS:1944 (Parts I and II) – 1970. Indian Standard CODE OF PRACTICE FOR LIGHTING OF PUBLIC THOROUGHFARES.
5. Strbac-Hadzibegovic, N., Kostic, M. Modification to the CIE115–2010 procedure for selecting lighting classes for roads // Lighting Research and Technology. – 2016. – Vol. 48. – P. 340–351.
6. Morante, P. Mesopic street lighting demonstration and evaluation. Final report for Groton Utilities. Groton, Connecticut.
7. Commission Internationale de l’Eclairage. Road Lighting Calculations. CIE Publication 140–2000, Vienna: CIE, 2000.
8. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) 2000. American National Standard Practice for Road Lighting, PR-08–00. New York: IESNA.

9. van Bommel, W. Road Lighting Fundamentals, Technology and Application. 2015. ISBN978–3–319–11465–1.

10. van Bommel, W. Road Lighting Fundamentals, Technology and Application. 1980. ISBN90201 1259 (Kluwer Edition).



**Суддхасатва Чакрабортти (Suddhasatwa Chakraborty),**

М.Е. Окончил с отличием Университет Джадавпур (2006 г.). Доцент и руководитель электротехнической лаборатории электротехнического факультета Университета Джадавпур. Область научных интересов: уличное освещение, ориентированное на людей освещение, человеческий фактор в освещении

М.Е. Окончил с отличием Университет Джадавпур (2006 г.). Доцент и руководитель электротехнической лаборатории электротехнического факультета Университета Джадавпур. Область научных интересов: уличное освещение, ориентированное на людей освещение, человеческий фактор в освещении



**Прита Баруа (Priya Barua).**

Окончила Университет Джадавпур (2015 г.). Обучается в магистратуре Университета Джадавпур



**Соуменду Бхатчарджу (Soumendhu Bhattacharjee).**

Окончил Западно-бенгальский технический университет (2014 г.). Обучается в магистратуре Университета Джадавпур



**Сасвати Мазумдар (Saswati Mazumdar),**

Ph.D. Профессор, бывший директор Светотехнической школы Университета Джадавпур. Имеет 29-летний опыт работы в области светотехники и светотехнического образования. Организовала модернизированную светотехническую лабораторию в Университете Джадавпур. Руководила проведением многочисленных научно-исследовательских и консультационных проектов в области светотехники и в смежных областях

светотехники и светотехнического образования. Организовала модернизированную светотехническую лабораторию в Университете Джадавпур. Руководила проведением многочисленных научно-исследовательских и консультационных проектов в области светотехники и в смежных областях

## Новое уличное освещение появится более чем на 300 км дорог Подмосковья в 2018 году

В текущем году на территории Московской области в рамках программы «Светлый город» новое уличное освещение появится более чем на 300 километрах дорог, сообщает РИАМО со ссылкой на министра жилищно-коммунального хозяйства Подмосковья Евгения Хромушина.

«Основной упор (в рамках программы «Светлый город» - ред.), конечно, на дороги, в первую очередь, на муниципальные - более 300 километров. 15 километров - это освещении линии связи как раз в создаваемых наших территориях комфорта, благоустроенных территориях. И 17 километров - это освещение дворовых территорий, которые включены в план», - сказал Хромушин.

Согласно справочному материалу, всего в программу «Светлый город» войдут 345,6 километра дорог.

В начале 2017 года губернатор Московской области Андрей Воробьев инициировал в регионе программу «Светлый город», которая призвана решить наиболее актуальные проблемы с наружным освещением. Программа включает создание дополнительного освещения аварийных участков автодорог, освещение «мест притяжения» (парков, скверов, набережных, достопримечательностей), а также улиц и дворов.

04.06.2018

www.mosreg.ru

## Светодиоды серии SunLike имеют спектр, максимально приближенный к солнечному излучению

Seoul Semiconductor расширяет продажи своих новых светодиодов серии SunLike, спектр излучения которых практически точно соответствует спектру солнечного света и минимизирует недостатки искусственных источников света. Появившаяся на рынке в июне 2017 года новая серия СД SunLike была совместно разработана Seoul Semiconductor и Toshiba Materials.

«Мировой рынок освещения был сфокусирован на энергосбережении с момента появления светодиода. Светодиоды «естественного света» серии SunLike представляют новый вектор инновационного развития в сторону создания освещения, максимально приближенного к естественному по своим характеристикам», — пояснил Марк Мак Килер, исполнительный вице-президент Seoul Semiconductor по Северной Америке.

30.05.2018

www.edisonreport.com