

# Энергоэффективность уличных светильников

Совершенствовать технологии или менять концепции?

*Эта статья публикуется в качестве дискуссии на тему о целесообразности замены уличных светильников с газоразрядными лампами на осветительные приборы со светодиодами. Чтобы определить наиболее энергоэффективный светильник в нескольких типовых вариантах его применения, проведено сравнение реальных светильников.*

## ВЫБОР ОБРАЗЦОВ СВЕТИЛЬНИКОВ

Базовой моделью уличного светильника принят светильник ЖКУ-100 с натриевой лампой высокого давления. Характеристики этого светильника соответствуют аналогу ЖКУ51-100-070 УХЛ1 [1] и отвечают требованиям по энергоэффективности ГОСТ 8045-82, т.е. КПД светильника не менее 60% [2], а световая отдача — наибольшая среди источников света для данного приложения.

Альтернативные варианты современных уличных светильников:

1) ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubysop с газоразрядной натриевой лампой высокого давления, высоким КПД до 82% и регулируемым светораспределением (производится ЧТУП «Олди Свет» с применением комплектующих европейских компаний) [3];

2) светильник со светодиодами OSRAM Golden Dragon Oval Plus, оптика которых позволяет получить необходимую для улиц и дорог широкую кривую светораспределения (название аналогов светильников в статье не указывается, т.к. подобные светильники существуют у ряда производителей).

Сравнение проводилось путем моделирования световой среды при различных светильниках на типовых площадках. Учитывались требования технических нормативных правовых актов стран СНГ.

Результаты исследований различий в сумеречном (мезопиче-

ском) и дневном (скотопическом) зрении человека в сравнении не учитывались, т.к. возможное изменение уровней освещенности в зависимости от спектра источника света в технических нормативных правовых актах стран СНГ не отражены, следовательно, использовать их при проектировании и эксплуатации осветительных установок невозможно.

## ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

В настоящее время подготавливаются технические нормативные правовые акты, в которых вводится новый термин «Световая эффективность осветительного прибора». Этот показатель равен отношению светового потока осветительного прибора при установленном тепловом режиме к его входной электрической мощности. Предполагается применять указанный показатель для осветительных приборов со светодиодами, но его можно распространить также на светильники с газоразрядными лампами. В последнем случае одним показателем заменяются три (КПД светильника, потери в ПРА и световая отдача лампы), характеризующие энергоэффективность осветительного прибора.

С помощью только световой эффективности светильника нельзя выбрать наиболее рациональный с точки зрения энергоэффективности освети-

тельный прибор. Необходимо учесть эффективность светораспределения осветительного прибора для геометрии освещаемого объекта и расположения рабочих поверхностей и точек. Для этой цели целесообразно применить метод коэффициента использования светового потока.

Показатель энергоэффективности осветительного прибора при нормировании средней освещенности рабочей поверхности в этом случае можно представить следующим выражением:

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{\eta_{\text{ис}} \eta_{\text{св}}}{k_{\text{оп}} k_3} k_{\text{и}} \quad (1)$$

где  $\eta_{\text{ис}}$  — световая отдача источника света, лм/Вт;

$\eta_{\text{св}}$  — КПД светильника;

$k_{\text{оп}}$  — коэффициент потерь в блоке питания;

$k_3$  — коэффициент запаса по начальному световому потоку;

$k_{\text{и}}$  — коэффициент использования по световому потоку.

Применение только одного указанного показателя не позволяет рационально подобрать КСС светильника. Необходимо дополнительно учитывать ограничения по равномерности распределения освещенности расчетной поверхности.

Результаты расчета показателей энергоэффективности осветительных приборов при двустороннем освещении улиц шириной 15 м при высоте установки светильников 8 м представлены в таблице 1.

### Евдасев Игорь, к.т.н.

В 1998 году закончил УО «Белорусский государственный университет транспорта», инженер-электромеханик. Опыт работы 10 лет.

Сегодня заведующий научно-исследовательской лабораторией «Системы электроснабжения транспорта», доцент кафедры «Электрический подвижной состав», эксперт-энергоаудитор. Участвовал в энергетических обследованиях систем освещения предприятий железнодорожного транспорта (более 50 объектов).



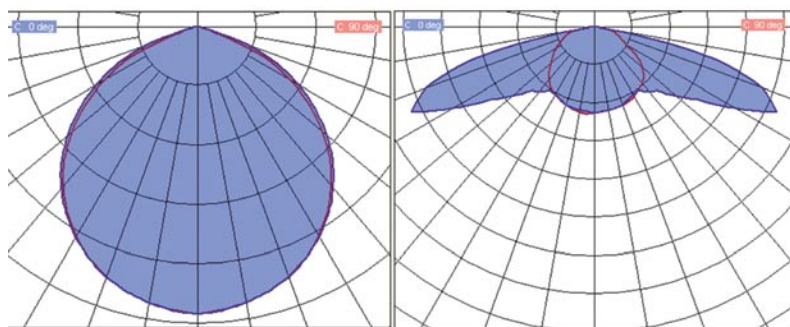


Рис. 1. Кривые силы света светильников (слева — косинусная, справа — широкая)

При нормировании средней освещенности рабочей поверхности трудно выделить наиболее значимый коэффициент, который влияет на результирующий показатель энергоэффективности светильника. Высокий КПД светильника ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubuson позволил ему превзойти по результирующему показателю ЖКУ-100. Однако светодиодный светильник не смог достичь такого же хорошего показателя энергоэффективности при высоком КПД, т.к. имеет более

низкую световую отдачу источников света и коэффициент использования по световому потоку.

При нормировании минимального уровня освещенности рабочей поверхности (железнодорожные платформы, переезды и т.д.) в расчет показателя энергоэффективности вводится отношение средней освещенности поверхности к минимальной:

$$\eta_{\text{мин}} = \frac{\eta_{\text{ис}} \eta_{\text{св}}}{Z k_{\text{оп}} k_3} k_{\text{н}}, \quad (2)$$

где  $Z$  — отношение средней освещенности поверхности к минимальной.

Показатель  $\eta_{\text{мин}}$  является комплексным и учитывает как эффективность использования светового потока светильника, так и неравномерность освещенности рабочей поверхности.

Результаты расчета показателей энергоэффективности осветительных приборов при одностороннем освещении платформы шириной 4 м при высоте установки светильников 5 м представлены в таблице 2.

В отличие от результатов таблицы 1 при нормировании минимальной освещенности на рабочей поверхности платформы, экономия электроэнергии светильником ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubuson достигла 55% по отношению к варианту с базовым светильником ЖКУ-100, а перерасход светодиодного светильника — 41%.

При учете в показателе энергоэффективности светильников коэффициента неравномерности освещенности по рабочей поверхности результирующие значения показателя для различ-

Таблица 1. Показатели энергоэффективности светильников при освещении улиц

Показатель	Значение показателя		
	ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubuson	ЖКУ-100*	Светодиодный светильник**
Светильник	ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubuson	ЖКУ-100*	Светодиодный светильник**
Дополнительный критерий (отношение максимальной освещенности к средней не более 3)	2,3	2,42	2,59
Световая отдача источника света, лм/Вт	105	105	85***
КПД светильника	0,82	0,60	0,89
Коэффициент потерь в блоке питания	1,1	1,1	1,15
Коэффициент запаса по начальному световому потоку	1,5	1,5	1,5
Коэффициент использования по световому потоку	0,59	0,66	0,58
Коэффициент энергоэффективности осветительного прибора, лм/Вт	30,8	25,2	25,4
Процент экономии электроэнергии при одинаковой освещенности, %	18	—	1

\* Аналог светильника ЖКУ 51-100-070 УХЛ1.

\*\* Применены светодиоды OSRAM Golden Dragon Oval Plus. Светильник имеет кривую силы света типа Ш.

\*\*\* При фактической температуре кристаллов светодиодов.

Таблица 2. Показатели энергоэффективности светильников при освещении железнодорожной платформы

Показатель	Значение показателя		
	ЖКУ 01-100-001-УХЛ1 Rubuson	ЖКУ-100*	Светодиодный светильник**
Световая отдача источника света, лм/Вт	105	105	85***
КПД светильника	0,82	0,60	0,89
Коэффициент потерь в блоке питания	1,1	1,1	1,15
Коэффициент запаса по начальному световому потоку	1,5	1,5	1,5
Коэффициент использования по световому потоку	0,33	0,41	0,31
Отношение средней освещенности поверхности к минимальной (шаг опор — 30 м)	3,5	7,2	14,8
Коэффициент энергоэффективности осветительного прибора, лм/Вт	4,9	2,2	0,9
Процент экономии электроэнергии при одинаковой освещенности, %	55	—	—41 (перерасход)

\* Аналог светильника ЖКУ 51-100-070 УХЛ1.

\*\* Применены светодиоды OSRAM Golden Dragon Oval Plus. Светильник имеет кривую силы света типа Ш.

\*\*\* При фактической температуре кристаллов светодиодов.

ных светильников с подобными кривыми силы света могут различаться в 5 раз (см. табл. 2). В таких ситуациях функция регулировки светораспределения осветительного прибора приобретает наибольшую значимость при выборе светильника с точки зрения энергоэффективности и качества освещения.

### «НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ДОРОЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ», МАРКЕТИНГ ИЛИ ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОДХОД?

«В связи с появлением на рынке светодиодных светильников... встает вопрос о необходимости пересмотра концепции размещения светильников на дорогах и применения других кривых силы света» [4]. Авторы выделяют две особенности «новой концепции»: уменьшение высоты опор освещения до 6...8 м и уменьшение расстояния между опорами до 15...20 м. В результате сравнения «новой концепции» на светильниках УСС-36/100 и традиционной на светильниках РКУ16-250-001 (высота опор 12 м, шаг между опорами 40 м) доказываются «значительные преимущества не только в экономии ресурсов, но и в качестве освещения» улиц и дорог светодиодными светильниками с косинусной кривой силы света (см. рис. 1).

Для доказательной базы преимуществ «новой концепции» проведены светотехнические расчеты, только в отличие от авторов статьи [4] в качестве альтернативы светодиодным светильникам выбран светильник ЖКУ-01-100-001 Rubuson с высоким КПД и натриевой лампой высокого давления. Результаты светотехнических расчетов, энергетические и экономические показатели вариантов представлены в таблице 3.

Анализируя представленные в таблице 3 показатели, можно сделать следующие выводы:

1) светильник ЖКУ-01-100-001 Rubuson с широкой кривой силы света можно эксплуатировать на высотах опор 8 м и при шаге опор до 45 м без нарушения требований нормативных документов по показателю ослепленности для улиц и дорог;

2) для получения светотехнических показателей, удовлетворяющих требованиям освещения дорог и улиц категории Б3 [5], при использовании светодиод-

Таблица 3. Результаты светотехнических, энергетических и экономических показателей различных вариантов освещения четырех полосной дороги

Показатель	Значение показателя		
	УСС-36/100	УСС-70/100	ЖКУ-01-100-001 Rubuson
Светильник	УСС-36/100	УСС-70/100	ЖКУ-01-100-001 Rubuson
Потребляемая мощность, Вт	40	75	110
Высота опор, м	8	8	8
Шаг опор, м	15	28	45
Средняя яркость покрытия, кд/м <sup>2</sup>	0,47	0,6	0,73
Отношение минимальной яркости к среднему значению	0,7	0,5	0,4
Отношение минимальной яркости к максимальной по полосе движения	0,9	0,5	0,4
Средняя горизонтальная освещенность на уровне покрытия, лк	10	12	10
Отношение максимальной освещенности к средней	1,4	2,1	2,3
Показатель ослепленности (Т1,%)	менее 150 (2)	менее 150 (4)	менее 150 (14)
Соответствие требованиям ТНПА	категория дорог Б4 и ниже	категория дорог Б3 и ниже	категория дорог Б3 и ниже
Количество опор на 1 км дороги (при расположении с двух сторон дороги)	132	70	44
<b>Суммарная установленная мощность светильников:</b>			
– кВт	5,28	5,25	4,84
– относительных единиц	1,00	0,99	0,92
<b>Финансовые затраты в относительных единицах:</b>			
– на установку опор	1,00	0,61	0,47
– на светильники	1,00	0,76	0,10
– всего	1,00	0,67	0,30

ных светильников с косинусной кривой рационально установить светильники мощностью 75 Вт на опорах с шагом 28 м;

3) при использовании светодиодных светильников мощностью 40 Вт даже при шаге опор 15 м средняя яркость покрытия (наиболее важный показатель для водителя!) не удовлетворяет требованиям освещения дорог и улиц категории Б3 [5];

4) «новая концепция» освещения светодиодными светильниками дорог и улиц приводит к увеличению потребляемой мощности на 7–8% и удорожанию проекта на 55% по сравнению с освещением светильниками ЖКУ, изготовленными по современным технологиям.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В трех рассмотренных типовых вариантах уличного освещения изготовленный по современным технологиям светильник с газоразрядной лампой превзошел по показателям энергоэффективности светодиодный светильник. Это положение нельзя распространить на все выпускаемые светильники,

но оно в очередной раз доказывает, что каждый источник света на определенном этапе развития научно-технического прогресса имеет свое место применения.

До внесения изменений в технические нормативные правовые акты с учетом изменения уровней освещенности при сумеречном зрении в зависимости от спектра источника света, газоразрядные источники света (натриевые лампы высокого давления и металлогалогенные лампы) необходимо признать более предпочтительными для массового применения на улицах и дорогах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог продукции. ОАО «Лидский завод электроизделий». Часть 1. 2008 г. 21 с.
2. ГОСТ 8045-82. Светильники для наружного освещения. Общие технические требования: введ. 01.01.1984 / с изм. №№1–3.
3. Светильники уличные RUBYCON. Олди Свет//www.oldsvet.by/catalogues/ulichnie/187/210.html#site.
4. Д. Коновалов. Новая концепция дорожного освещения//www.ledsvet.ru/index.php?type=special&area=1&p=articles&id=26.
5. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение: введ. 01.01.1996/с изм. №1.

## Слово редактора



Валерий МIRONOV,  
главный редактор журнала  
«Современная светотехника»

Коллеги! Я рад представить вам первый номер журнала в 2010 году. Тема номера — Городское уличное освещение. Пожалуй, сейчас это самая животрепещущая тема в светотехнике, это следствие тех перемен, что произошли в последние месяцы. Главная новость, обсуждаемая светотехническим сообществом — это анонс серийных белых светодиодов со светоотдачей более 130 лм/Вт, параметр, достигнутый лидерующими в этой области компаниями. Во многом, событие было ожидаемо, все ждали продолжения этого

## Новости

**Тайвань заменит 1,3 млн. традиционных ламп на светодиодные**

24 мая 2010

Президент Тайваня Ма Инг-дзю объявил о том, что вслед за установкой светодиодных ламп для освещения дорог, которая завершится к концу этого года, правительство с 2011 г. приступит к реализации планов по замене 1,3 млн традиционных ламп в уличном освещении на светодиодные светильники...

**Новый светильник с чистыми 100 лм/Вт**

21 мая 2010

Компания Cree, Inc. объявила о выпуске нового троффера (встроенной полосовой осветительной арматуры) на основе светодиодов, светоотдача которого составляет более

## Интервью



«LED — наиболее предпочтительный источник света»

Интервью с Гуоцингом Тангом, генеральным директором по развитию бизнеса Cree в Китае.

## Обзоры

**Прогноз потребления светодиодов для подсветки дисплея**

20 мая 2010

Компания AU Optonica прогнозирует уменьшение количества светодиодов, необходимых для ТВ-приложений к концу 2010 года.

Поиск по сайту

[Вход](#) [Регистрация](#)

## События

18 июня 2010

**Современная светотехника, Украина**

Украина, Киев

Первая международная конференция «Современная светотехника, Украина» организована инфо медиа группой «Электроника». В мероприятии примут участие российские и зарубежные компании-производители полупроводниковых источников света, светотехнических изделий, силовой электроники для светотехнических изделий, систем управления освещением.

# www.lightingmedia.ru



LCD-дисплеям, спрос на которые, по прогнозам, достигнет 200 млрд шт. к 2014 году.

осветительные конференции по традиционным проектам на базе существующих передовых технологий.

## Новый номер

№2 (2010) [Содержание](#)  
[Архив](#)



**Конференция Strategies in Light 2010: новый этап развития рынка светодиодов**

18 мая 2010

Последняя, одиннадцатая, конференция и выставка Strategies in Light 2010 (Стратегии в освещении 2010) была полна оптимизма по поводу прогнозируемого устойчивого роста рынка в ближайшие годы.

**Lighting Japan 2010: в 2011 году экспозиция выставки удвоится**

18 мая 2010

16 апреля 2010 года успешно завершилась выставка Lighting Japan 2010. В этом году она проводилась совместно с выставками Finetech Japan и Filmtch Japan.

## Мнения

**По слухам, Apple работает над созданием второго поколения OLED iPad**

18 мая 2010

Слухи о создании iPod OLED или iPhone OLED никогда не утихнут. По сообщению Digitimes, компания Apple приступила к разработке второго поколения iPad с OLED-панелью.

[Все события](#)

## Опрос

Пользуетесь ли вы светодиодными лампами дома?

- Да
- Нет
- Что это такое?
- Перешел на OLED

[Отправить](#)

[Все новости](#)

[Контакты](#) [Карта сайта](#)

© 2007–2010 ИД «Электроника»

Использование любых материалов разрешено, при условии наличия ссылки на сайт «Современная светотехника».

