

Анализ экономической эффективности освещения

А. В. Кинсфатор, технический директор ООО «Гекомс»

Потребление электроэнергии в России составляет более 1000 миллиардов киловатт-часов в год. Порядка 14% расходуется на освещение [1]. Более половины от этой энергии расходуется неэффективно. Более того, качество освещения часто оставляет желать лучшего.

Учитывая, что стоимость электроэнергии при централизованном электроснабжении составляет от 1 до 6 рублей за 1 кВт*ч, в масштабах России можно говорить о возможной экономии порядка 100 млрд рублей.

В первую очередь сократить затраты можно за счет увеличения эффективности источников света.

Таблица 1. Параметры источников света

Источник света	Маркировка	Светоотдача ¹⁾ , Лм/Вт	КПД ²⁾ ,%	Индекс цветопередачи	Срок службы ³⁾ , тыс. часов
Лампа накаливания	ЛН	15	2,2	97	1
Галогенная лампа накаливания	ГЛ	22	3,2	98	3
Ртутная лампа высокого давления	ДРЛ	50	7,3	50	10
Люминесцентная линейная лампа	ЛБ, ЛД	90	13	85	15
Компактная люминесцентная лампа	КЛЛ	60	8,9	80	12
Натриевая лампа	ДНаТ	120	17,6	39	20
Металлогалогенная лампа	ДРИ	85	12,4	90	10
Ксеноновая лампа	КсЛ	50	7,3	70	3
Светодиодная лампа	LED	160	23	85	30

Примечания:

1) Приведена некая средняя светоотдача для понимания общей картины. На практике в зависимости от назначения и качества изготовления источники света, построенные на одном принципе, могут иметь светоотдачу, значительно отличающуюся от приведенной.

2) КПД рассчитан исходя из теоретически максимальной светоотдачи 683 Лм/Вт [2].

3) Срок службы также приведен средний по технологии и может кратно отличаться в зависимости от назначения источника света и его качества.

Несмотря на кажущуюся очевидность выгоды от использования светодиодов, на сегодня широко используются все источники света, упомянутые в таблице 1. Рассмотрим особенности различных источников света.

Светодиоды дороже других источников, но это не основная причина того, почему они не вытеснят все другие источники света. Основное отличие светодиодных источников — это невозможность создания мощных точечных и компактных источников света. Световой поток точечного светодиода редко превышает 100–200 Лм. Это связано с тем, что большая часть электричества тратится на нагрев светодиода, а максимальная температура кристалла светодиода не должна превышать 100–150 °С. Тогда как световой поток галогенной лампы накаливания, используемой в автомобильной фаре, достигает 2000 Лм, и это не предел. В настоящее время светодиоды постоянно совершенствуются, появились светодиоды со светоотдачей более 250 Лм/Вт. Цена светодиодов падает примерно на 10 процентов каждый год. Светодиоды вытесняют традиционные источники во всех областях.

Другой лидер светоотдачи — натриевая лампа — имеет свой большой недостаток: спектр не соответствует белому цвету. Свечение лампы выглядит желтым, цвета сильно искажаются, индекс цветопередачи этого источника минимален среди источников света, используемых для освещения. Натриевые лампы используются как недорогой источник с высокой энергоэффективностью и большим (более 10 000 Лм) световым потоком.

Люминесцентные лампы широко используются со второй половины XX века. На то время это были наиболее эффективные лампы. Основные недостатки — мерцание, необходимость утилизации. На сегодня они заметно уступают в энергоэффективности светодиодам.

Лампы накаливания используются в основном по традиции, так как были изобретены первыми из электрических источников света. Вторая причина — кажущаяся дешевизна этих ламп. На самом деле они расходуют энергии на сумму, кратно превосходящую их стоимость. Срок службы также оставляет желать лучшего. Единственными достоинствами галогенных ламп накаливания можно назвать высокий индекс цветопередачи и возможность создания точечных светильников высокой мощности. Это важно для освещения предметов искусства, мест съемки и т. п. Применение ламп накаливания резко сокращается и скоро станет очень узкопрофильным.

Остальные виды ламп уже сегодня используются только в специфических задачах.

Важным экономическим фактором является качественный расчет освещения. Освещенность в помещениях нормирована [5]. Рассчитывая освещение, нужно руководствоваться не только требованиями достаточной освещенности, но и стараться обеспечить максимально равномерное освещение. Избыточная освещенность приведет к увеличению затрат как на светильники, так и на электроэнергию. При расчетах важно учитывать не только яркость светильника и площадь помещения, а использовать программное обеспечение, позволяющее сделать расчет с использованием профиля

светильника, созданного его производителем, и параметров помещения. Профиль светильника содержит диаграмму направленности света, светового потока и другие важные параметры. Используя ПО, можно подобрать и расставить светильники для обеспечения равномерного освещения, с параметрами, обеспечивающими требования нормативов, не создавая при этом излишней освещенности.

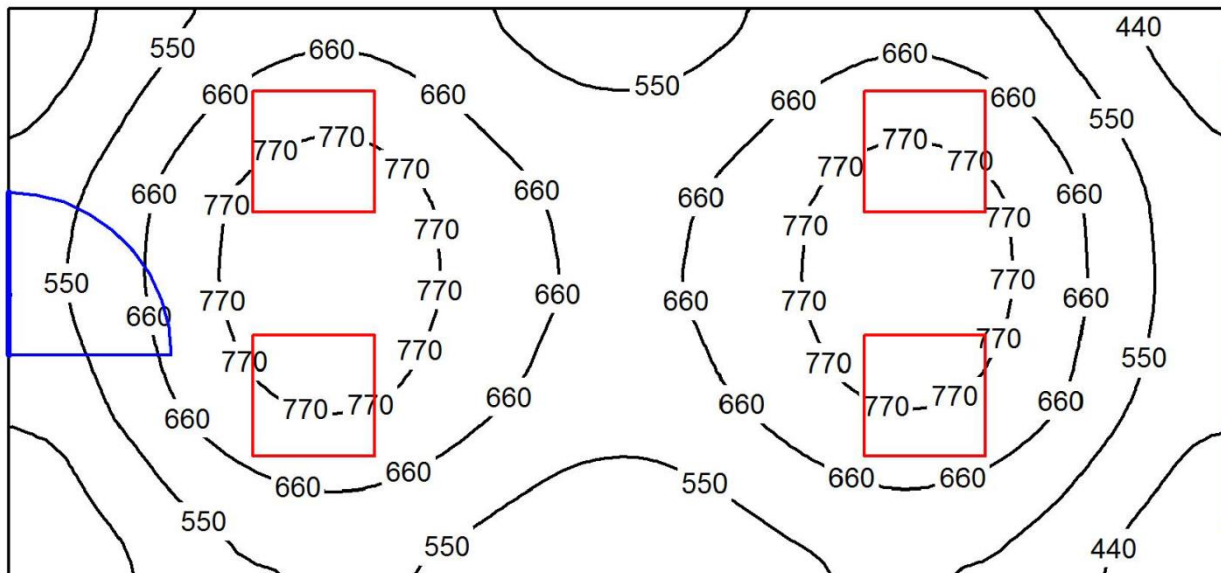


Рис. 1. Пример отчета об освещенности на уровне рабочей поверхности, выполненный в программе DIALux

Изучая профили светильников, можно увидеть, что светильники с одинаковым типом источника света и одинаковой электрической мощностью могут иметь разный световой поток. За счет различных диаграмм направленности для разных светильников с одинаковым световым потоком можно получить различную освещенность. Это еще раз подтверждает тот факт, что, ориентируясь только на мощность и тип источника света, в светильнике невозможно обеспечить качественное и при этом экономичное освещение.

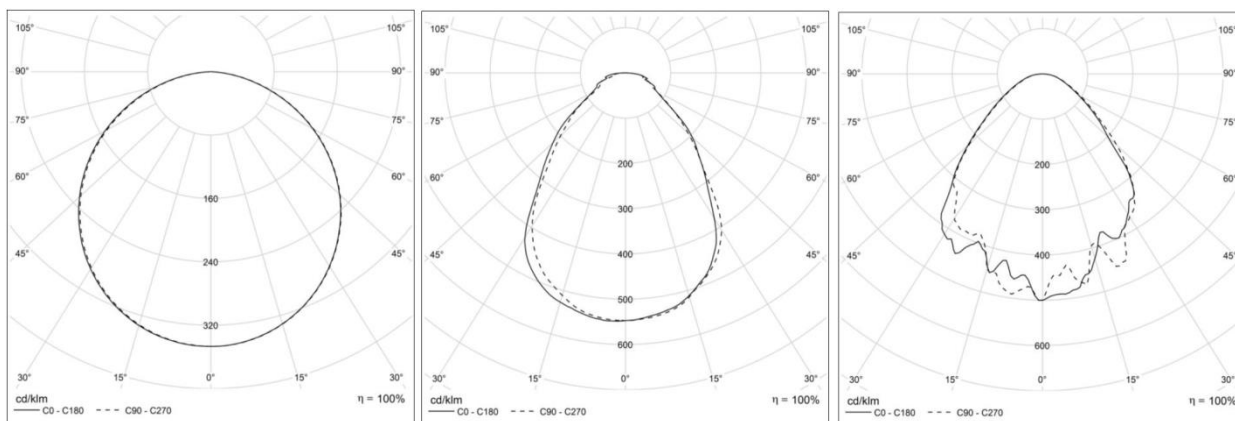


Рис. 2. Примеры диаграмм направленности светильников одной серии одного производителя

Сэкономить на освещенности поможет максимальное использование естественного освещения и возможность регулирования яркости светильников или раздельное включение групп светильников.

Важно использование адаптивных систем освещения. Например, не освещать помещения тогда, когда в них нет людей. Свет на лестничных клетках или складах объективно нужен несколько минут, редко часов в сутки, а горит он там обычно 24 часа. Сюда же можно отнести зонирование освещения — освещение в рабочей зоне должно быть выше, чем в коридоре [5].

Отдельно нужно отметить экономию, не связанную с экономией электроэнергии и ценой источников света. Любой источник света требует обслуживания и замены в конце срока эксплуатации. Люминесцентные лампы требуют специальной утилизации после завершения использования. Затраты на замену и утилизацию ламп часто превышают их стоимость. Кроме того, часто замену вышедшего из строя источника света не всегда возможно произвести оперативно, ущерб от такой ситуации трудно рассчитать, так как это относится к безопасности, охране труда, имиджу и т. п.

Освещение внутреннее и наружное является важной инженерно-технической системой. Параметры освещения четко определены в стандартах [3], [4], [5]. Для того чтобы освещение соответствовало стандартам, его нужно рассчитывать в проекте.

Наиболее популярным ПО для расчета искусственного освещения является DIALux. Эта программа бесплатна для пользователей, большинство производителей светильников создают для нее профили своих светильников.

При проектировании необходимо учесть дизайн помещения, эргономику, выполнить нормы освещенности, при этом обеспечить минимум стоимости владения системой освещения.

Экономическая модель системы освещения зависит от проектных решений и назначения освещения: офисное, коммерческое, коммунальное, жилое, поэтому нельзя дать универсальную методику расчета. Приведем оценку стоимости владения системой освещения стандартного офисного помещения площадью 16 квадратных метров (3 x 6 м за вычетом площади стен, перегородок и прочего).

По материалам расчетов достаточно установить 4 светильника для потолка типа «Армстронг». Марка и название производителя не указаны намеренно.

Светодиодный светильник

Потребляемая мощность 36 Вт от сети 220 В. Световой поток 3800 Лм. Цена для партии более 100 шт. 1600 руб. за светильник. Срок службы 50 000 часов.

Альтернатива на линейных лампах дневного света того же производителя. Диаграмма направленности соответствует диаграмме светодиодного светильника. Световой поток меньше, но также проходит по нормам освещенности.

Потребляемая мощность 84 Вт от сети 220 В (с учетом КПД ПРА). Световой поток 3250 Лм. Цена для партии более 100 шт. 800 руб. за светильник. Срок службы светильника 50 000 часов, срок службы ламп 15 000 часов.

Рассчитаем стоимость владения освещением за 20 лет. Учтем стоимость светильников; потребляемую энергию из расчета 8 часов работы в день при пятидневной неделе;

стоимость замены ламп и светильников; стоимость хранения и утилизации люминесцентных ламп.

Результаты расчетов:

Показатель за 20 лет	Светодиодный светильник	Люминесцентный светильник
Время работы, ч	40 000	40 000
Потребление энергии, кВт*ч	5760	13 440
Стоимость энергии, руб.	34 560	80 640
Стоимость замены ламп с учетом утилизации, руб.		4200
Цена светильников, руб.	6400	3200
Стоимость владения, руб.	40 960	88 040

Разница в стоимости владения освещением в одном помещении более чем двукратная. Кроме того, процесс эксплуатации светодиодного освещения проще, исключается человеческий фактор несвоевременной замены мигающих и негорящих люминесцентных ламп. В коммерческих помещениях разница в стоимости владения будет еще выше, так как светильники работают более 12 часов в сутки каждый день, замена ламп происходит сложнее из-за размещения светильников в труднодоступных местах.



Рис. 3. Диаграмма распределения стоимости владения. Состав стоимости владения для люминесцентного светильника

Отдельно стоит сказать о системах адаптивного освещения в коммунальной сфере, в первую очередь на лестничных клетках. Затраты энергии можно снизитькратно, не забыв при этом, что не все светильники хорошо работают в режиме частых включений и отключений.

В заключение хочется отметить, что в расчете стоимости владения светильников на первое место выходит потребление энергии, на второе обслуживание (особенно для ламп накаливания и люминесцентных), стоимость светильников часто отходит на третье место.

Исходя из этого, нужно приобретать не самый дешевый светильник, а обеспечивающий минимизацию стоимости владения на заданном отрезке времени. Расчет и выбор системы освещения лучше доверить профессионалам. Даже с учетом стоимости их услуг стоимость владения будет ниже, а качество будет соответствовать стандартам и требованиям, заявленным заказчиком.

Литература

1. В. А. Дадонов, А. А. Бондарь Анализ развития и современного состояния рынка светотехники, 2014.
2. ГОСТ 8.417-2002 «Единицы величин», 2003.
3. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений», 2013.
4. Свод правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», 2011.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», 2010.