

Экономический анализ использования энергоэффективных источников света с точки зрения потребителя

*К.т.н., доцент А.С. Горшков**

ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет;

доцент И.А. Войлоков,

ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

В соответствии с последней редакцией законопроекта «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (готовится ко второму чтению в Государственной Думе, принят в первом 21.11.2008) в Российской Федерации будет введен запрет на производство и оборот ламп накаливания большой мощности. По словам министра экономического развития Эльвиры Набиуллиной, запрет может быть введен уже с 1 января 2011 года.

Целью такой меры является реализация программы энергосбережения, заявленной руководством страны в качестве одного из приоритетных направлений экономического развития России на ближайшие годы. Действительно, в масштабах страны энергосберегающий эффект от внедрения источников света с меньшей мощностью при условии, что световые характеристики (световой поток) сравниваемых источников света равны или близки, не вызывает сомнений.

Энергоэффективность (уменьшение затрат энергии на освещение) ΔE за счет замены традиционных источников освещения на энергосберегающие может быть вычислена исходя из следующего выражения:

$$\Delta E = \frac{n \Delta N T}{1000}, \quad (1)$$

где n – количество замененных источников;

ΔN — разница в мощностях традиционного и энергосберегающего источников света [Вт];

T – рассматриваемый промежуток времени [час];

1000 – поправочный переводной коэффициент мощности из Вт в кВт.

Например, при замене одной лампы накаливания мощностью 60 Вт на энергосберегающую лампу мощностью 20 Вт ресурсом 15000 часов, будет сэкономлено

$$\Delta E = \frac{1 \cdot (60 - 20) \cdot 15000}{1000} = 600$$

кВт·час электроэнергии.

Однако заявленная реформа уже сейчас вызывает недовольство потребителей, поскольку в приказном порядке требует замены ламп накаливания на значительно более дорогие энергосберегающие. Для большинства потребителей по-прежнему именно цена изделия является определяющей. В то же время, нигде не дается понятного для потребителя расчета экономии при использовании энергосберегающих ламп.

Целью настоящего исследования является экономическое обоснование выбора среди наиболее распространенных типов осветительных устройств, полученное на основании сравнительного анализа мощности и стоимости изделий, стоимости электроэнергии, а также ресурса (эксплуатационного срока службы, долговечности) различных источников света. Уже сейчас многие граждане покупают лампы накаливания, рассчитывая в будущем на серьезную экономию. Обычному потребителю далеко не всегда понятно, как он может сэкономить на том, что мощность лампы меньше, а срок ее службы больше. Причем потребители – это не только население, но и предприятия, которых в первую очередь коснется запрет на лампы накаливания.

Ниже представлены расчеты, которые позволяют рассчитать затраты не только на покупку изделия, но и его эксплуатацию, а также сравнить различные типы осветительных устройств, отличающихся стоимостью, мощностью и ресурсом, что позволит выявить наиболее экономичный вариант лампы, используемой в быту.

Суммарные затраты S (в кВт·час энергии) от использования одного источника света вне зависимости от его типа для обычного потребителя бытовой электроэнергии складываются из цены изделия и эксплуатационных расходов при освещении:

$$S = \frac{N_{о.у.} \cdot T}{1000} + \frac{C_{о.у.}}{c_{ЭН}}, \quad (2)$$

где $N_{o.y.}$ – мощность осветительного устройства [Вт];

T – ресурс (срок службы) [час];

1000 – поправочный переводной коэффициент мощности из Вт в кВт (необходим для соблюдения единой размерности);

$C_{o.y.}$ – стоимость рассматриваемого типа осветительного устройства [руб];

$c_{эн}$ – стоимость 1 кВт·часа электроэнергии [руб/кВт·час].

Все слагаемые в формуле (2) приведены в единицах энергии (в кВт·часах). Это обусловлено двумя причинами: во-первых, при таком подходе отпадает необходимость во введении дополнительных коэффициентов, учитывающих динамику повышения со временем стоимости электроэнергии (из-за инфляции и повышения стоимости энергоносителей), во-вторых, из-за различной стоимости электроэнергии для различных потребителей.

После вычисления по формуле (2) численного значения S , выраженного в единицах энергии, умножение полученного значения на стоимость электроэнергии позволит потребителю вычислить те же затраты, но в денежном выражении, т.е. в рублях.

Однако данные формулы (2) недостаточны для сравнения различных типов осветительных устройств. Анализ формулы показывает, что затраты S будут тем меньше, чем меньше мощность, ресурс и стоимость изделия при одинаковой стоимости электроэнергии. В этом случае обычные лампы накаливания ввиду их низкой стоимости и меньшего ресурса будут иметь преимущества по сравнению с энергоэффективными источниками света.

Рассмотрим это на следующем примере.

Пример 1.

Рассмотрим два типа наиболее востребованных осветительных устройств, используемых в обычных «комнатных» патронах типа E-27. Рассматриваемые в примере источники освещения приобретены в магазине «Максидом» (г. Санкт-Петербург, Ленинский пр. — д. 103). Дата покупки: 05 июля 2009 года).

Тип 1 – лампа накаливания А55 мощностью 60 Вт, световой поток 710 Лм, производитель: фирма Phillips (пр-во: Польша), ресурс 1000 часов, стоимость – 18 руб.

Тип 2 – люминесцентная лампа 6EUS1025-E27 мощностью 20 Вт, световой поток 900 Лм, производитель: фирма Sholtz (пр-во: Германия), ресурс – 10000 часов, стоимость 179 рублей.

Стоимость единицы электроэнергии (одного кВт·часа) в Санкт-Петербурге для бытовых нужд составляет 2,31 руб (для потребителей с газовыми плитами).

Подставим данные численные значения в формулу (2). Получим:

$$S_1 = \frac{60 \cdot 1000}{1000} + \frac{18}{2,31} = 67,79 \text{ (кВт} \cdot \text{час)}$$

$$S_2 = \frac{15 \cdot 10000}{1000} + \frac{179}{2,31} = 227,49 \text{ (кВт} \cdot \text{час)}$$

Так как энергоэффективности соответствует минимум затрат S , то из примера 1 ошибочно следует вывод об экономической эффективности ламп накаливания. Ошибка обусловлена, в первую очередь тем, что за время работы лампы с ресурсом 10000 часов потребуются 10 ламп накаливания с ресурсом 1000 часов, которые потребителю необходимо будет одновременно или со временем, по мере выхода ламп из работоспособного состояния (их «перегорания»), приобрести, т.е. затратить по сравнению с более долговечным осветительным устройством дополнительно:

$$\Delta S = \frac{C_{o.y.}}{c_{эн}} \left(\frac{T_B}{T_M} - 1 \right) \quad (3)$$

затрат на приобретение дополнительных осветительных устройств того же типа с меньшим (M) ресурсом.

В формуле (3) приняты следующие обозначения:

ΔS – дополнительные затраты на покупку осветительных устройств с меньшим ресурсом, выраженные в единицах энергии [кВт·час];

$C_{o.y.}$ – стоимость осветительного устройства с меньшим (m) ресурсом [руб];

$c_{эH}$ – стоимость 1 кВт·часа электроэнергии [руб/кВт·час];

T_b – срок службы сравниваемого осветительного устройства с большим (b) ресурсом [час];

T_m – срок службы сравниваемого осветительного устройства с меньшим (m) ресурсом [час].

Введение дополнительного слагаемого (3) в формулу (2) автоматически устранил различие во времени работы T , как это следует из примера 1, различных типов осветительных устройств (различающихся как раз сроком службы). В этом случае время работы T для всех сравниваемых типов осветительных устройств будет принято одинаковым и равным сроку службы сравниваемого осветительного устройства с большим (b) ресурсом.

Учет слагаемого (3) в формуле (2) приведет к следующему выражению:

$$S = \frac{N_{o.y.} \cdot T_b}{1000} + \frac{C_{o.y.}}{c_{эH}} \left(\frac{T_b}{T_m} \right), \quad (3)$$

где $N_{o.y.}$ – мощность осветительного устройства [Вт];

T_b – срок службы осветительного устройства с наибольшим из всех сравниваемых типов ламп ресурсом [час];

1000 – поправочный переводной коэффициент мощности из Вт в кВт (необходимость обусловлена соблюдением единой размерности);

$C_{o.y.}$ – стоимость рассматриваемого типа осветительного устройства [руб];

$c_{эH}$ – стоимость 1 кВт·часа электроэнергии [руб/кВт·час];

T_m – срок службы сравниваемого осветительного устройства с меньшим ресурсом [час].

С учетом полученного уточнения повторно рассмотрим пример 1. Подставим технико-экономические характеристики сравниваемых осветительных устройств в формулу (4). Результаты подстановки приведены в примере 2.

Пример 2.

Рассмотрим те же типы осветительных устройств, что и в примере 1, а именно:

Тип 1 – лампа накаливания А55 мощностью 60 Вт, световой поток 710 Лм, производитель: фирма Phillips (пр-во: Польша), ресурс 1000 часов, стоимость – 18 руб.

Тип 2 – люминесцентная лампа 6EUS1025-E27 мощностью 20 Вт, световой поток 900 Лм, производитель: фирма Sholtz (пр-во: Германия), ресурс – 10000 часов, стоимость 179 рублей.

Стоимость единицы электроэнергии в Санкт-Петербурге для бытовых нужд составляет 2,31 руб (для потребителей с газовыми плитами).

За основу сравнительного анализа выберем тип осветительного устройства с наибольшим ресурсом (тип 2), т.е. со сроком службы 10000 часов. В этом случае T_b для всех типов в формуле (4) будет равным 10000 часов.

Подставим скорректированные данные в формулу (4). Получим:

$$S_1 = \frac{60 \cdot 10000}{1000} + \frac{18}{2,31} \left(\frac{10000}{1000} \right) = 677,92 \text{ (кВт} \cdot \text{час)}.$$

$$S_2 = \frac{15 \cdot 10000}{1000} + \frac{179}{2,31} \left(\frac{10000}{10000} \right) = 227,49 \text{ (кВт} \cdot \text{час)}.$$

Результаты расчета показывают, что при учете всех составляющих эксплуатационных затрат на приобретение и эксплуатацию различных источников освещения **тип 2 (энергосберегающие источники света) осветительных устройств следует признать экономически более выгодным по сравнению с типом 1 (лампами накаливания)**. Использование осветительного устройства типа 2 по сравнению с устройством типа 1 за одно и тоже время их эксплуатации экономит 677,92-227,49=450,43 кВт·час энергии, что в ценах на электроэнергию по состоянию на 05 июля 2009 года для потребителей Санкт-Петербурга составит 1040 рублей 49 копеек, которые с ростом цен на электроэнергию будут составлять более значительное численное выражение.

Горшков А.С., Войлоков И.А. Экономический анализ использования энергоэффективных источников света с точки зрения потребителя

Данные, приведенные в примере 2, показывают, что вторые слагаемые в расчетах S_1 и S_2 практически совпадают. Это означает, что более высокая первоначальная стоимость энергосберегающих ламп компенсируется их более высоким ресурсом (долговечностью). Стоимость 10 ламп накаливания сравнима со стоимостью одной энергосберегающей лампы. Поэтому решающим фактором при оценке экономической эффективности является более низкая мощность энергосберегающей продукции и, как следствие, меньшее значение потребляемой ими электроэнергии.

Теоретические предпосылки повышения уровня энергоэффективности, достигаемого в результате замены ламп накаливания на энергосберегающие, подтверждаются при практической реализации данных мероприятия. В 2008 году компания «Космос» провела эксперимент по замене ламп накаливания на энергосберегающие в двух жилых домах Москвы [2]. Анализ результатов этого масштабного мероприятия показал, что в доме, оборудованном газовыми плитами расход электроэнергии снизился на 30-40 %, в доме, оборудованном электроплитами – на 11-15 %. Снижение установленной мощности в двух домах составило 178 кВт, что позволяет жителям каждый год экономить до 200 тыс. рублей и снизить общую нагрузку на подстанции, к которым эти объекты подключены.

Что касается групп населения с низким доходом, для которых стоимость электроосветительного изделия остается определяющей, Гринпис России в качестве одной из мер, направленных на уменьшение потребления электроэнергии, рассматривает обеспечение энергосберегающими лампами граждан, получающих субсидии на оплату жилых и коммерческих услуг [3].

В рамках данного исследования не рассматривались некоторые технические вопросы, в частности:

- 1) соответствие декларируемого производителями и фактического ресурса (сроков службы) рассматриваемых типов источников света;
- 2) изменение светового потока сравниваемых источников света и, как следствие, освещенности и яркости по мере их эксплуатации и износа.

По методике, приведенной в данной статье, может быть рассчитана экономическая эффективность при других численных показателях, например, для ламп накаливания свыше 100 Вт, используемых на производстве.

Литература

1. Проект Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», май 2009 г. // Энергосовет. Портал по энергосбережению. <http://www.energsovet.ru/npb1183.html>
2. А.В. Савельев. Итоги эксперимента по замене ламп накаливания на энергосберегающие в Москве // Энергосбережение, №4. М., 2008.
3. Семь предложений Гринпис России по рационализации потребления электроэнергии в Москве // Мировая энергетика, №1. М., 2009.

**Александр Сергеевич Горшков, Санкт-Петербург*

Тел. раб.: +7(812) 297-59-49

Эл. почта: alsgor@yandex.ru