

**СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ  
И ТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

К.П. Толкачева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.Д.Никитин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: tkp@tpu.ru

**COMPARISONS OF ECONOMIC EFFICIENCY LED  
AND TRADITIONAL LIGHT SOURCES**

K.P. Tolkacheva

Scientific Supervisor: Ph.D. V.D.Nikitin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: tkp@tpu.ru

***Annotation.** The drawbacks of commonly used for the economic evaluation criteria Shelter " unit price " and " payback ." The criteria , from the point of view of lighting deeper and more reliable , based on the cost of the light energy.*

**1. Анализ традиционных критериев**

Значительные средства на создание и эксплуатацию осветительных установок (ОУ) остро ставят проблему их оптимизации. К современным ОУ предъявляются разнообразные требования (технические, гигиенические, экономические, эстетические, экологические) – с целью создания комфортных и безопасных условий жизнедеятельности (в широком смысле слова) [1].

При решении проблемы оптимизации следует принимать во внимание, в частности, что взаимосвязь методик оценки и характеристик ОУ полифункциональна и с трудом поддается математическому описанию.

В работах по экономической эффективности (ЭЭф) освещения преобладает использование двух показателей:

- удельной цены (ИС-нетто либо, при СД, СП в сборе, поскольку производители обычно не выделяют стоимость чипов в изделии);
- срока окупаемости ( в качестве индикатора ЭЭф):разность стоимости проекта, деленная на экономию затрат.

Оба показателя применены, например, в обстоятельной и убедительной статье А.Т. Овчарова [2], где доказывается необоснованность масштабной реконструкции ОУ в г. Томске: светильники ЖКУ с ДНаТ-150 (мощность «брутто» P=183W) были заменены на светодиодные СП P=234 W.

Полностью соглашаясь с выводами о технической необоснованности мероприятий по реконструкции уличных ОУ в г. Томске [2], в отношении «инструментария» по доказательству экономической

## «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

несостоятельности принятых и реализованных решений по реконструкции дело обстоит сложнее. Анализ приведен в табл.1.

Таблица 1

## Особенности и недостатки двух экономических критериев

<b>Удельная цена</b> – характеризует затраты на приобретение ИС, но игнорирует все последующие расходы	<b>Срок окупаемости</b> – фактически оценивает время покрытия приведенных затрат (надежность расчета во времени падает из-за «неоднородных» изменений цен)
<p><b>1.</b> Оценивает ИС только «на входе», поскольку, в частности, не учитывает такие существенные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мощность – расходы на ЭЭ ей прямо пропорциональны и могут составлять 75-90% всех затрат на освещение;</li> <li>• световую отдачу – доминирующий светотехнический фактор, и срок службы – от него, наряду с ценой ИС, зависит важная статья расходов (на приобретение ламп).</li> </ul> <p><b>2.</b> В результате ИС с высокими значениями <math>\eta_v</math> и <math>\tau</math> и прекрасной (т.е. низкой стоимостью световой энергии (ССЭ), могут иметь «проигрышные» (высокие) значения <math>\\$/lm</math>. Наглядные примеры приведены в табл.2. Твердотельный излучатель по стоимости одного люмена оказывается хуже (насилно) изгоняемого со светотехнической сцены – теплового; это говорит о слабости «стоимости <math>l_{lm}</math>» как экономического критерия: его можно использовать только для сравнения ИС с равными (или очень близкими) значениями <math>\eta_v</math>.</p>	<p><b>1.</b> Имеет существенные недостатки, подрывающие доверие к нему как критерию целесообразности инвестиций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• может быть рассчитан только после завершения всего комплекса проектных работ по ОУ (когда все факторы, влияющие на экономический ландшафт, зафиксированы); поэтому бесполезен в оптимизационных задачах;</li> <li>• весьма трудоемок, требует знания 12 (13) факторов, и, при кажущейся точности (учитывает все обстоятельства), дает лишь приблизительную оценку, поскольку существенно меняются во времени тариф на ЭЭ, цена и другие характеристики ламп, стоимость монтажных работ, изделий, чистки ...</li> </ul> <p><b>2.</b> В результате расчет срока окупаемости, (условно) верный в день, когда сметчик закончил оценку приведенных затрат, быстро теряет надежность; и чем больше число учитываемых факторов, тем заметнее «размывание» срока окупаемости (табл.2). В последние годы становится популярным «усеченный» вариант расчета срока окупаемости, учитывающий только стоимость ламп, их мощность и тариф на ЭЭ. Трудоемкость вычислений, разумеется, снижается, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• точность расчетов не выше, чем при оценке стоимости световой энергии и смежных факторов;</li> <li>• не учитываются важные светотехнические параметры, определяющие эффективность ОУ.</li> </ul>

Таблица 2

Удельная цена  $K$ , руб/ $lm$ , динамика тарифа на ЭЭ и стоимости ламп

ИС	P, W	$\Phi$ , lm	$\eta_v$ , $lm \cdot W^{-1}$	$\tau$ , тыс.ч	C, руб	$K, W \cdot lm^{-1}$	Экономическое сравнение
LED	10	900	90	60	500	0,55	Формально СД проигрывают, хотя имеют более низкую ССЭ*
ЛОН	95	1200	12,5	1	15	0,01	
*ССЭ при лампах LED - 0,034 ЛОН – 0,25							

**2. Сравнение осветительных установок по стоимости световой энергии  
 и смежным методикам**

Впервые понятие СЭ упомянул А.П. Иванов (1955), но без каких-либо пояснений. Попытку предложить формулу для оценки стоимости СЭ сделали В.М. Скобелев и, позднее, И.А. Баринава (по сути дали одну и ту же формулу – различия декоративны) [3, 4]. Ни одного свидетельства о пригодном в интересах практики использовании этой (неработающей из-за громоздкости) формулы отыскать не удалось (содержит более десяти факторов, половина из которых очень вариабельна, а некоторые – число чисток и стоимость чисток, замены ламп, утилизации – вообще точно не известны).

По световой энергии, приходящейся на единицу стоимости, все ИС можно разделить на 3 группы, количественно близкие к делению на тепловые, разрядные и твердотельные излучатели; в табл.3 представлено по одному ИС, с примерно равной мощностью (принято  $q_3=3$ руб/kWh)

Таблица 3

Сравнение и особенности критериев экономичности

Группа	$\eta_v, \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$	$C_l, \text{руб}$	$\tau, \text{тыс.ч}$	$q_l$	$q_l \cdot q_3^{-1}$	$\mu, \text{klm} \cdot \text{h} \cdot \text{руб}^{-1}$
ЛОН Г220-75	13,3	15	1	0,2	0,067	4,156
НЛВД ДНАТ-70	120	600	15	0,57	0,19	33,61
СД	90	5 600	50	1,6	5,3	19,56
Особенности критериев экономичности						
$\mu = \eta_v (q_3 + q_l)^{-1}, q_l = C(P\tau)^{-1}$				$\mu^* = \eta_v \cdot q_3^{-1}$ (при $q_l \sim 0$ )		
Обратен показателю G (стоимости световой энергии) и имеет четко выраженную светотехническую ориентацию; в знаменателе – сумма тарифа на ЭЭ и на лампу ( $0 < q_l < 0,12q_3$ )				Для экспресс-расчетов экономичности всех ИС, кроме светодиодных (и, возможно, иных с очень высокой стоимостью); $\mu^*$ заменяет $\mu$ с небольшой погрешностью (в табл.3 для МГЛ $\Delta=0.068$ )		

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Толкачева К.П. Исследование энергоэффективности наружных осветительных установок при проектировании с применением лазерного сканирования: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 23с.
2. Овчаров А.Т. Светодиодная светотехника в наружном освещении// Вестник ТГАСУ. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 55–68.
3. Никитин В.Д., Шаламова Ю.С., Матющенко А.А. Динамика стоимости единицы световой энергии как критерий научно-технического прогресса // Сборник научных статей "Энергетика и энергосбережение". Красноярск, 2005 – Изд.КрасГАУ, 2005. – С. 45-49.
4. Баринава И.А., Харитонов А.В. Оценка эффективности эксплуатации компактных люминесцентных ламп ...// XI Международная специализированная выставка по светотехнике: Сборник тезисов докладов на научно-технической конференции "Молодые светотехники России". Москва, 2005. – М.: ВИГМА, 2005. – С.36-39.