TECHNICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF LIGHTING SYSTEMS

Morgunov D.N.[1], Labunskii L.S.[2] (Russian Federation)
Email: Morgunov554@scientifictext.ru

[1]Morgunov Denis Nikolayevich - Graduate Student;
[2]Labunskii Leonid Sergeevich – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
DEPARTMENT ELECTRICITY SUPPLY OF RAILWAY TRANSPORT, FACULTY OF TRAINS PROVISION SYSTEM,
SAMARA STATE TRANSPORT UNIVERSITY,
SAMARA

Abstract: *the rationality of the implementation of the technical solutions given in the article, due to their practical applicability. The factors of energy efficiency are revealed. The effect-generating factors from the introduction of LED lighting systems based on LED spotlights, as a light source when lighting the workshop, are justified in comparison with the lighting system with traditional light sources. It is determined, by a mathematical model, the annual savings in operating costs when using an LED lighting system. The payback period of investments is revealed. The calculation of the performance indicators of LED lighting at a particular place of implementation was made.*
Keywords: *technical and economic efficiency, annual savings, annual expenses, material costs, tariff rate, labor costs, commercial efficiency, payback period, depreciation, tax.*

ТЕХНИКО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Моргунов Д.Н.[1], Лабунский Л.С.[2] (Российская Федерация)

[1]Моргунов Денис Николаевич – аспирант;
[2]Лабунский Леонид Сергеевич – доцент, кандидат технических наук,
кафедра электроснабжения железнодорожного транспорта, факультет систем обеспечения движения поездов,
Самарский государственный университет путей сообщения,
г. Самара

Аннотация: *рациональность внедрения технических решений, приведенных в статье, обуславливается их практической применимостью. Выявлены факторы энергетической эффективности. Обоснованны эффектообразующие факторы от внедрения системы светодиодного освещения на базе светодиодных прожекторов как источника света при освещении цеха, в сравнении с системой освещения с традиционными источниками света. Определена математической моделью годовая экономия эксплуатационных расходов при использовании светодиодной системы освещения. Выявлен срок окупаемости инвестиций. Произведен расчет показателей эффективности светодиодного освещения на конкретном месте внедрения.*
Ключевые слова: *технико–экономическая эффективность, годовая экономия, годовые расходы, материальные затраты, тарифная ставка, трудозатраты, коммерческой эффективности, срок окупаемости, амортизационные отчисления, налог.*

УДК 330.42

Определение годовой экономии эксплуатационных расходов при использовании светодиодной системы освещения

Технико–экономическая эффективность, внедрение на сети дорог систем энергосберегающего освещения и рациональное использования финансирование энергопотребления.

Рациональность (или нерациональность) внедрения технических решений, приведенных в статье, обуславливается не только их практической применимостью, но и необходимостью появления при этом определенного выигрыша.

К первой составляющей этого выигрыша следует отнести увеличение освещенности объектов инфраструктуры и как следствие улучшения условий труда. Соответствие рабочих мест федеральному закону № 426, согласно классификатору приказа Минтруда России № 33н (п. 1.4. Световая среда) несомненно приведет к снижению брака в работе. Это положительно скажется на работе совокупной системы, влияющей на безопасность движения поездов.

Ко второй составляющей относится уменьшение эксплуатационных расходов и электропотребления, что является основным критерием энергетической эффективности. Это - экономические категории. К техническим категориям можно отнести большие диагностические возможности систем и применение современных аппаратных средств электроники.

В качестве эффектообразующих факторов от внедрения системы светодиодного освещения на базе светодиодных прожекторов, как источника света при освещении цеха, в сравнении с системой освещения с традиционными источниками света являются:

- Снижение материальных затрат, связанных с техническим обслуживанием системы освещения в целом.
- Снижение потребления электроэнергии;
- Снижение трудозатрат на техническое обслуживание светильников (прожекторов);
- Снижение затрат на использование вспомогательных машин и механизмов;

Формулы, используемые для определения годовой экономии эксплуатационных расходов [1].

Определение годовой экономии эксплуатационных расходов при использовании светодиодной системы освещения (Эгод), по формуле, руб:

$$Эгод = Зобщ^{б} – Зобщ^{н}, \qquad (1)$$

где $Зобщ^{б}$, $Зобщ^{н}$ – годовые расходы, связанные с эксплуатацией систем освещения до внедрения и после.

Определение годовых расходов связанных с эксплуатацией систем освещения до и после внедрения новой системы освещения осуществляется по формуле [3]:

$$Зобщ^{б} (Зобщ^{н}) = Зм + Зэл + Зфот + Звсп, \qquad (2)$$

где Зм – годовые материальные затраты, связанные с эксплуатацией систем освещения до и после;

Зэл - годовые затраты по электроэнергии систем освещения до и после;

Зфот – годовые затраты по заработной плате, связанные с эксплуатацией систем освещения до и после;

Звсп – годовые затраты на использование вспомогательных машин и механизмов, задействованных при замене ламп;

Годовые материальные затраты на эксплуатацию систем освещения до внедрения и после (Зм), рассчитываются по формуле, руб.:

$$Зм = Зл + Зсв + Здр, \qquad (3)$$

где Зл – годовые затраты на замену ламп;

Зсв – годовые затраты на замену светильников;

Здр- годовые затраты на замену дросселей;

Годовые затраты электроэнергии в системе освещение до и после, определяются в соответствии с формулой:

$$Зэл = (Кл \times Мр \times Тсл) \times Цэл /(Тг \times 1000), \qquad (4)$$

где Кл – количество ламп, шт;

Мр – реально потребляемая мощность лампы, Вт;

Тсл – срок службы ламп предлагаемой системы освещения, часы;

Тг - срок службы ламп предлагаемой системы освещения, годы;

Цэл – тариф на потребляемую электроэнергию, руб.

Годовые затраты по заработной плате, связанные с эксплуатацией систем освещения до и после внедрения светодиодной системы освещения, определяются по формуле:

$$Зфот = Зфот^{л} + Зфот^{св} + Зфот^{др}, \qquad (5)$$

где $Зфот^{л}$ - годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой ламп, руб.;

$Зфот^{св}$ - годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой светильников, руб;

$Зфот^{др}$ - годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой дросселей, руб;

Годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой ламп, определяются по формуле:

$$Зфот^{л} = Сч^{л} \times ТР^{л}/Тг, \qquad (6)$$

где $Сч^{л}$ – часовая тарифная ставка задействованного персонала, руб.;

$ТР^{л}$ - трудозатраты по замене ламп за срок службы, чел.-час.;

Годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой светильников до внедрения и после, определяются по формуле:

$$Зфот^{св} = (Зфсв_{дем} + Зфсв_{монт}) \times Кпоп^{св} \times Кз^{св} \times Соц/Тг, \qquad (7)$$

где $Зфсв_{дем}$ – затраты по заработной плате на разборку светильника или прожектора, руб./ед.;

$Зфсв_{монт}$ - затраты по заработной плате на монтаж светильника или прожектора, руб./ед.;

$Кпоп^{св}$ – количество светильников и срок службы, шт.

$Кз^{св}$ - количество замен светильников за срок службы, разы;

Соц - коэффициент отчислений на социальные нужды.

Годовые затраты по заработной плате, связанные с заменой пускорегулирующей аппаратуры (дросселей), определяются по формуле:

$$Зфот^{др} = Сч^{др} \times ТР^{др}/Тг, \qquad (8)$$

где $Сч^{др}$ – часовая тарифная ставка задействованного персонала, руб.;

$ТР^{др}$ - трудозатраты по замене дросселей за срок службы, чел.-час.;

Годовые затраты на использование вспомогательных машин и механизмов, задействованных при замене ламп, рассчитываются по формуле:

$$Звсп = Смч \times Нвр^{л} \times Кл \times Кз^{л}/Тг, \qquad (9)$$

где Смч – стоимость машино*часа используемых вспомогательных машин и механизмов для замены ламп и проведения работ по обслуживанию оборудования освещения, руб.

Формулы расчета коммерческой эффективности от внедрения светодиодного освещения. [4]

В качестве основных показателей, используемых для расчетов коммерческой эффективности, принимаются:

1) чистый доход (ЧД);

2) срок окупаемости;

Стоимостные показатели расчета должны указываться в текущих ценах.

Чистый доход рассчитывается по формуле:

$$ЧД = \sum_{t=0}^{n} П_t - \sum_{t=0}^{m} K_t \qquad (10)$$

где: Пt-поток денежных поступлений по операционной деятельности в t-ом году, тыс. руб;

Кt - инвестиционные расходы в t - ом году, тыс. руб;

n-расчетный период отдачи инвестиций, год;

m – период инвестирования, год.

Поток денежных поступлений ($П_t$) рассчитывается по формуле:

$$П_t = ΔЭ_г - ΔН_{им.} – ΔН_{пр.} + А, \text{ тыс. руб.}, \qquad (11)$$

где: $ΔЭ_г$ – экономия годовых эксплуатационных расходов объекта по проектному варианту относительно базового (реализованного ранее) варианта, тыс. руб.;

$ΔН_{им}$ – изменение налога на имущество в связи с осуществлением инвестиций, тыс. руб.;

$ΔН_{пр}$ – увеличение платежей по налогу на прибыль в связи с притоком денежных средств, тыс. руб.;

А – амортизационные отчисления по инвестиционному проекту, тыс. руб.

Срок окупаемости инвестиций или срок возврата вложений (Ток)- это период времени от начала реализации проекта, за пределами которого денежный поток по проекту становится неотрицательным. [2] Для определения срока простого срока окупаемости используются равенства (15), (16):

$$\sum_{t=0}^{T_0} P_t = \sum_{t=0}^{T_0} K_t \qquad (12)$$

$$\sum_{t=0}^{T_0} \frac{P_t}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^{T_0} \frac{K_t}{(1+E)^t} \qquad (13)$$

Расчет показателей эффективности светодиодного освещения на конкретном месте внедрения.

Расчет экономической эффективности ведется на примере освещения для цеха текущего ремонта моторвогонного депо Безымянка. Светодиодные светильники марки ЭСС-80 и ЭСС-INDUSTRIAL80 монтируются вновь взамен существующих светильников с лампами ДРЛ мощностью 700 Вт с повышением норм освещенности до требуемых СП 52.13330.2011. В расчёте учтено количество существующих светильников для нормированной освещенности.

Общий расчет годовой экономии эксплуатационных расходов рассчитан исходя из количества светильников необходимых для обеспечения требований СП 52.13330-2011 и приведен в таблице 1 [5].

Таблица 1. Результаты расчета экономии эксплуатационных расходов от внедрения светодиодных светильников для освещения цеха текущего ремонта моторвогонного депо Безымянка ОАО «РЖД»

№ п/п	Показатели	Величина показателя до внедрения (базовая технология светильники с	Величина показателя после внедрения (предлагаемая технология светильники ЭСС-	Изменение показателя, (- снижение) (+увеличение)

		лампами ДРЛ-700)	**80)**	
1	Количество установленных светильников (шт.)	794	1040	246
2	Трудоемкость работы по замене ламп, светильников, дросселей, чел-ч/год	15367	3085	- 12282
3	Срок службы, годы	8	10	2
1. Изменяющиеся элементы эксплуатационных расходов				
4.1	Материальные затраты на замену светильников, ламп, дросселей, руб/год	2 886 049	0	-2 886 049
4.2	Расход электроэнергии (руб./год)	2 003 837,35	679 391,87	- 1 324 445,48
4.2.1	-«- кВт-ч/год	460 651	156 182	- 304 470
4.3	Капитальные вложения, руб.	0	28 353 647	28 353 647
5. Годовая экономия эксплуатационных расходов, руб.				- 4 334 231,43

Расчет экономии эксплуатационных расходов от внедрения «Системы светодиодного освещения» показал, что при инвестиционных затратах в 28 353 647 тыс. руб. годовая экономия эксплуатационных расходов составит 4 334 231,43 руб. При этом экономия достигается за счет снижения эксплуатационных расходов и экономии электроэнергии.

Срок окупаемости данного проекта инвестиций составляет – 3,0 года.

Список литературы / References

1. *Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А.* Москва: Поли Принт Сервис «Оценка эффективности инвестиционных проектов», 2015. 1300 с.
2. *Вечканов Г.С., Вечканова Г.Р.* СПб: Издательство Питер. «Макроэкономика», 2008. 240 с.
3. [Электронный ресурс]: Antegra. Режим доступа: http://www.antegra.ru/ (дата обращения: 19.12.18).
4. [Электронный ресурс]: knigi.news. Режим доступа: http://knigi.news/finansovyiy-menedjment/ (дата обращения 19.12.18).
5. [Электронный ресурс]: Электронный фонд нормативной и правовой технической документации. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/ (дата обращения 19.12.18).