

8. П р а в и л а технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – Вильнюс: ЗАО «Ксения», 2006. – 671 с.

9. О б о п т и м и з а ц и и работы систем охлаждения трансформаторов и автотрансформаторов 110–330 кВ / Эксплуатационный циркуляр № Ц-01-2000(Э): Белорусский государственный энергетический концерн (Белэнерго), 2000.

10. У с т р о й с т в о для диагностирования трехфазного силового масляного трансформатора на аномальный нагрев: пат. и20070079 Респ. Беларусь, МПК7 Н02Н6/00 / О. Г. Широков, Д. И. Зализный, Л. К. Ивинский, Д. М. Лось; заявл. 02.02.2007; опубл. 30.08.2007 // Изобретения, полезные модели, промышленные образцы: Официальный бюл. – 2007. – № 4. – С. 242.

Представлена кафедрой
электроснабжения

Поступила 8.08.2007

УДК 621.311

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В УСЛОВИЯХ РОСТА ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Канд. техн. наук, доц. КОЛЕСНИК Ю. Н., асп. ИВАНЕЙЧИК А. В.

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

Одним из основных способов снижения электропотребления является внедрение энергосберегающих источников света. Однако такие мероприятия отличаются как по техническим, так и экономическим показателям. Например, современные источники света отличаются электропотреблением до 20 крат, стоимостью и сроком службы – до 100 крат [1]. Благодаря появлению светодиодных источников света срок службы которых составляет более 10 лет непрерывной работы, мероприятия по энергосбережению в электроосвещении перешли в разряд долгосрочных. Поэтому возникает важная задача комплексной оценки эффективности, учитывающей не только энергетические показатели и стоимость источников света, но также сроки их службы и динамику роста цен на электроэнергию. Последнее весьма актуально не только в настоящее время, но и в перспективе, когда ежегодный рост цен на энергоресурсы планируется на уровне не менее 30 % [2].

Уточнение оценки эффективности источников света позволит выявить степень влияния роста цен на электроэнергию непосредственно на показатели экономической оценки, установить условия внедрения ламп накаливания (ЛН), люминесцентных (ЛН) и светодиодных (СД) источников света.

В целях оценки экономической и энергетической эффективности использования светодиодов в качестве источников света на кафедре «Элек-

троснабжение» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого был произведен опыт по определению энергетических показателей источников света с эквивалентным световым потоком [1]. За основу принят настольный светильник с установленной в нем люминесцентной лампой мощностью 9 Вт.



Рис. 1. Экспериментальный светильник на светодиодах

Вместо люминесцентной лампы в светильник были вмонтированы восемь светодиодов, которые в совокупности обеспечивали аналогичную освещенность (рис. 1). Замеры освещенности и потребляемой мощности этого светильника выполнялись при различном напряжении. Затем были произведены энергетическая и экономическая оценки эффективности использования люминесцентной лампы вместо лампы накаливания (ЛН → ЛЛ), а также светодиодов вместо люминесцентной лампы (ЛЛ → СД) и лампы накаливания (ЛН → СД).

Результаты энергетической оценки эффективности светильника представлены в табл. 1.

Таблица 1

Энергетические показатели источников света с эквивалентным световым потоком

Источник света	Кол-во, шт.	Номинальная мощность, Вт	Суммарная мощность, Вт	Срок службы, ч	Расход электроэнергии за 50000 ч, кВт·ч
ЛН	1	40	40	1000	2000
ЛЛ	1	9	9	8000	450
СД	8	0,27	2,16	50000	108

В ходе произведенной энергетической оценки выяснилось, что при замене лампы накаливания люминесцентной потребление электроэнергии снизится в 4,4 раза, а замена на светодиоды даст экономию в 18 раз. Если же вместо люминесцентной лампы использовать светодиоды, то электропотребление светильника снизится в 4 раза.

Экономическая оценка эффективности источников света выполнялась на основе современных методов, основанных на концепции дисконтирования денежных потоков [3]. Расчеты выполнялись с помощью разработанной ранее технико-экономической модели эффективности [4] при норме дисконтирования 11 % и цене 1 кВт·ч электроэнергии для жилищного сектора 112,1 руб.

В расчетах показателей экономической эффективности также учитывалась плановая динамика роста цен на электроэнергию (рис. 2), утвержденная министерством финансов Республики Беларусь [2]. Очевидно, это позволит снизить расчетный срок окупаемости и повысить показатели экономической эффективности, особенно долгосрочных энергосберегающих мероприятий.

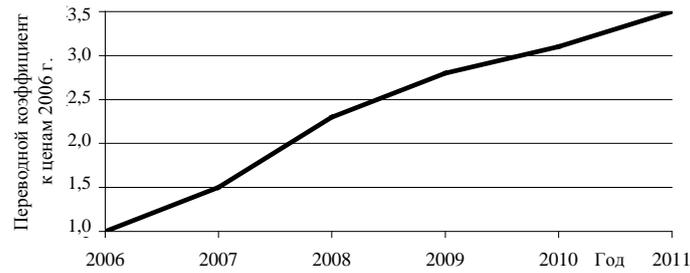


Рис. 2. Динамика роста цен на электроэнергию

На рис. 3 представлены зависимости индекса доходности от времени работы источников света с учетом ежегодного 30%-го роста цен на электроэнергию (пунктирные линии) и без учета роста цен (сплошные линии). Напомним, что в данном случае индекс доходности показывает, во сколько раз один источник света экономически эффективнее другого. Из номограмм хорошо видно, что при учете роста цен на электроэнергию наиболее эффективным является мероприятие по замене ЛН → СД, а без учета роста цен данное мероприятие будет наиболее эффективным лишь при работе освещения в среднем более 6 ч в сутки. Также следует отметить, что чем меньше время работы у источников света, тем сильнее отличаются индексы доходности мероприятий, определенные с учетом и без учета роста цен. Это связано с тем, что чем меньше время работы, тем продолжительнее будет эксплуатационный период и соответственно более высокие цены на электроэнергию.

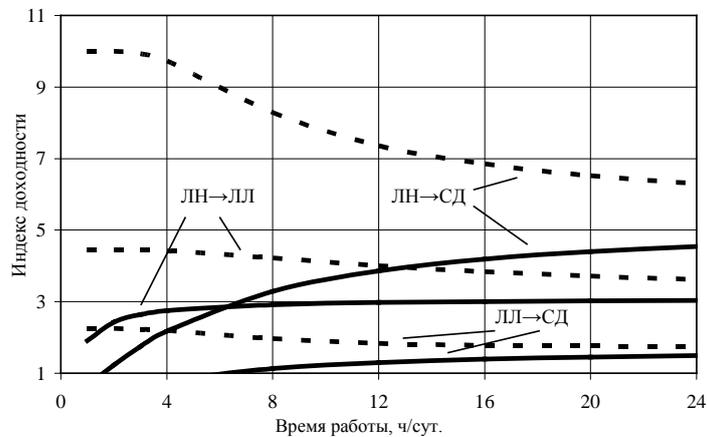


Рис. 3. Зависимость индекса доходности от времени работы ламп:
 - - - - с учетом роста цен на электроэнергию; — — — без учета

Рис. 4 характеризует зависимости динамического срока окупаемости от среднесуточного времени работы ламп с учетом 30%-го роста цен на электроэнергию (пунктирные линии) и без учета роста цен (сплошные линии). Зависимости показывают, что независимо от роста цен на электроэнергию наиболее быстро окупаемым мероприятием будет замена ЛН → ЛЛ, а самым долгосрочным – замена ЛЛ → СД.

Зависимость сравнительной цены ламп от времени работы с учетом 30%-го роста цен на электроэнергию (пунктирные линии) и без учета роста

цен (сплошные линии) представлена на рис. 5. Сравнительная цена здесь учитывает не только продажную стоимость рассматриваемых источников света, но и степень их эксплуатационной выгоды – срок службы и расход электроэнергии.

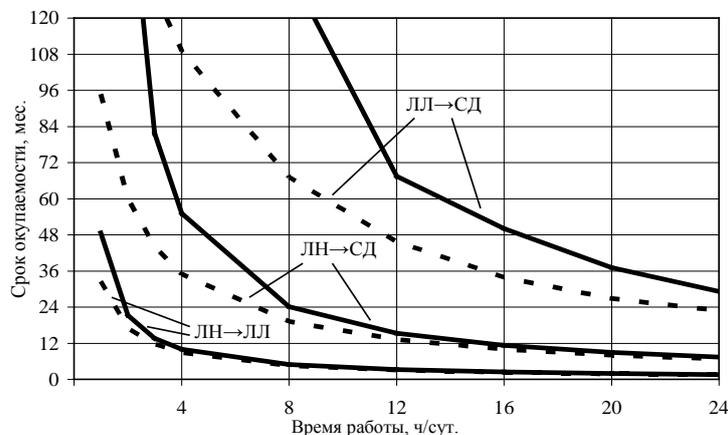


Рис. 4. Зависимость срока окупаемости от времени работы ламп:
 - - - - с учетом роста цен на электроэнергию; — — — без учета

Видно, что при учете роста цен на электроэнергию резко возрастает сравнительная цена на все источники света. Это обстоятельство позволяет четко выявить тенденцию и однозначно сказать, что наиболее низкая сравнительная цена будет у светодиодов и что это связано с их весьма низким энергопотреблением и продолжительным сроком службы.

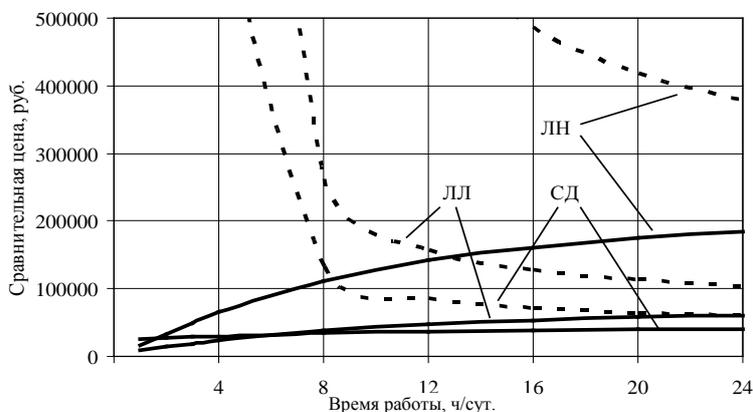


Рис. 5. Зависимость сравнительной цены от времени работы ламп:
 - - - - с учетом роста цен на электроэнергию; — — — без учета

Таким образом установлено, что при учете роста цен на электроэнергию динамический срок окупаемости мероприятий значительно снизился, особенно это касается источников света с небольшим среднесуточным временем работы (табл. 2). Учитывая, что изменение срока окупаемости от процента роста цены носит практически линейный характер, по данным таблицы можно без труда определить снижение срока окупаемости при других значениях роста цены на электроэнергию.

В табл. 3 представлены показатели увеличения индекса доходности при учете роста цен на электроэнергию. Из табл. 3 видно, что учет роста цены на электроэнергию наибольшим образом влияет на эффективность мероприятия по замене ЛН → СД.

Таблица 2

Снижение расчетного срока окупаемости при учете 30%-го роста цены на электроэнергию

Время работы, ч/сут.	Снижение срока окупаемости		
	ЛН → ЛЛ	ЛН → СД	ЛЛ → СД
1	1,49	–	–
2	1,25	2,83	–
3	1,17	1,86	–
4	1,13	1,58	–
8	1,07	1,26	2,02
12	1,05	1,16	1,48
16	1,04	1,13	1,48
20	1,03	1,12	1,38
24	1,03	1,09	1,28

Таблица 3

Увеличение индекса доходности при учете роста цен на электроэнергию

Время работы, ч/сут.	Увеличение индекса доходности		
	ЛН → ЛЛ	ЛН → СД	ЛЛ → СД
1	2,33	15,17	6,52
2	1,83	8,09	4,43
3	1,68	5,70	3,39
4	1,61	4,47	2,78
8	1,45	2,52	1,74
12	1,34	1,91	1,42
16	1,28	1,63	1,28
20	1,23	1,48	1,21
24	1,19	1,39	1,16

Таким образом, в условиях роста цен на электроэнергию возрастает целесообразность использования более дорогих и наиболее энергоэффективных источников света, обладающих большим сроком службы. Однако для практической реализации полученных выводов необходимы существенные капитальные вложения. В связи с этим проанализируем перечисленные выше энергосберегающие мероприятия по их эффективности в зависимости от возможностей и потребностей потребителя. Основываться будем на показателях, полученных путем расчета с учетом и без учета 30%-го роста цен на электроэнергию (табл. 4).

Таблица 4

Ранжирование энергосберегающих мероприятий в зависимости от возможностей и потребностей потребителя

Возможности и потребности потребителя	С учетом роста цен на электроэнергию			Без учета роста цен на электроэнергию		
	1	2	3	1	2	3
Очередность энергосберегающих мероприятий						
Достаточное количество денежных средств	ЛН → СД	ЛН → ЛЛ	ЛЛ → СД	ЛН → СД	ЛН → СД/ЛН → ЛЛ	ЛЛ → СД
Ограниченное количество денежных средств	ЛН → ЛЛ	ЛН → СД	ЛЛ → СД	ЛН → ЛЛ	ЛН → СД	ЛЛ → СД
Максимальное снижение электропотребления	ЛН → СД	ЛН → ЛЛ	ЛЛ → СД	ЛН → СД	ЛН → СД	ЛЛ → СД

Следует отметить, что если у потребителя имеется достаточное количество средств, которые он может направить на реализацию энергосбере-

гающего мероприятия, то в первую очередь необходимо внедрять мероприятие с наибольшим экономическим эффектом, т. е. с наибольшим индексом доходности. При учете роста цен на электроэнергию таким мероприятием будет замена ЛН → СД, затем – мероприятие по замене ЛН → ЛЛ и, в последнюю очередь, ЛЛ → СД. Если же не учитывать рост цен на электроэнергию, то при работе ламп до 6 ч в сутки наиболее эффективной будет замена ЛН → ЛЛ, а при работе освещения в среднем более 6 ч в сутки – ЛН → СД. При этом в последнюю очередь также следует рассматривать мероприятие по замене ЛЛ → СД.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что учет динамики роста цен на электроэнергию при оценке эффективности источников света приводит в зависимости от режима работы системы освещения к увеличению дисконтированного дохода, индекса доходности и сравнительной цены на 60–1000 %, а также к снижению динамического срока окупаемости на 13–60 %.

2. В условиях роста цен на электроэнергию возрастает целесообразность использования более дорогих и наиболее энергоэффективных источников света, обладающих большим сроком службы. Причем в условиях ограниченности средств у потребителя необходимо внедрять самое бысрокупаемое мероприятие, т. е. мероприятие, имеющее наименьший динамический срок окупаемости. Прежде всего это замена ЛН → ЛЛ, затем замена ЛН → СД и ЛЛ → СД.

3. При необходимости снижения потребления электроэнергии важно внедрять экономически эффективное мероприятие, дающее наибольшую экономию электроэнергии. Таким мероприятием прежде всего является замена ЛН → СД, затем ЛН → ЛЛ и в последнюю очередь – ЛЛ → СД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесник, Ю. Н. Источники света в жилищном секторе – традиционные, альтернативные, перспективные / Ю. Н. Колесник, А. В. Иванейчик // Энергетика и ТЭК. – 2007. – № 7/8. – С. 66–67.
2. Министерство финансов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2007. – Режим доступа: <http://www.minfin.gov.by> – Дата доступа: 30.05.2007.
3. Энергетический менеджмент / под общ. ред. А. В. Праховника. – Киев: НТУУ «КПИ», 2001. – 384 с.
4. Колесник, Ю. Н. Оценка эффективности энергосбережения за счет внедрения энергосберегающих источников света в рыночных условиях функционирования / Ю. Н. Колесник, А. В. Иванейчик // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2007. – № 2. – С. 101–106.

Представлена кафедрой
электроснабжения

Поступила 21.11.2007