

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СОКРАЩЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БЮДЖЕТНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

А.А. Черная

nasty_kz93@mail.ru

Научный руководитель: Климова Г.Н., кандидат технических наук, доцент, ТПУ

В настоящее время в общественных зданиях используются малоэффективные источники света, которые, как правило, не обеспечивают требуемый уровень освещенности и потребляют большое количество электроэнергии.

В соответствии с требованиями МС ISO 50001:2014 [1] каждая организация должна провести системный анализ потребляемых энергетических ресурсов на предмет их эффективного использования. В данной работе был проведен анализ потребления электроэнергии осветительными установками и рекомендованы мероприятия по улучшению эффективности системы освещения учебного корпуса [2].

Согласно Федеральному закону от 23 ноября 2009г. №261-ФЗ образовательные учреждения должны обеспечить снижение энергопотребления (объема потребляемой воды, дизельного или иного топлива, мазута, природного газа, тепловой и электрической энергии) минимум на 3 % в течение пяти лет [2, 3]. В образовательных учреждениях в среднем на долю освещения приходится примерно 49 % потребляемой электроэнергии. Согласно статистическим данным потребление электроэнергии за 2012 год Томским политехническим университетом составило 17500000 кВтч, из них на освещение пришлось 8575000 кВтч [4]. Экономия электрической энергии при освещении может быть достигнута как за счет уменьшения установленной мощности, так и за счет уменьшения времени использования осветительной установки.

В качестве примера оценим существующий уровень освещенности в учебной аудитории и плату за электроэнергию, потребляемую осветительными установками.

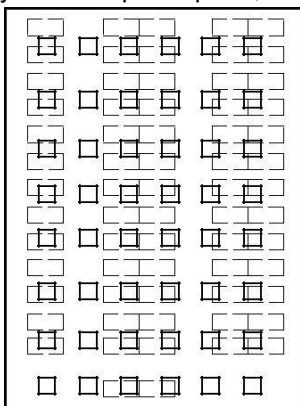


Рисунок 1. План расположения светильников в учебной аудитории

Таким образом, в рассматриваемой учебной аудитории установлено 48 светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено четыре люминесцентные лампы Philips Standart 18W, общее число ламп в помещении N 192 шт.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен. Методика данного расчета приведена в [6].

В результате проведенных замеров уровня освещенности и расчета было установлено, что спроектированная система освещения не является эффективной. Фактический уровень освещенности завышен. Это связано с тем, что световой поток в аудитории распределен неравномерно, так как данная аудитория является аудиторией амфитеаторного типа.

С удалением от входа световой поток увеличивается, так как расстояние между светильниками и рабочими поверхностями становится меньше.

Определим количество потребляемой ЭЭ за год. Мощность осветительной установки

$$P_{\text{осв. уст.}} = N P_{\text{л}} = 192 \cdot 18 = 3456 \text{ Вт.}$$

ЭЭ потребляемая осветительной установкой за год

$$W_{\text{осв. уст.}} = 9 \cdot 365 \cdot 3456 = 11352,96 \text{ кВтч.}$$

Плата за ЭЭ с учетом потерь в ПРА

$$П W_{\text{к ПРА}} T^{(1)} = 11352,96 \cdot 1,15 = 13055,90 \text{ кВтч.}$$

В таблице 1 представлены технические характеристики используемых ламп

Таблица 1. Технические характеристики используемых ламп

| Тип ламп | Напряжение, В | Мощность, Вт | Поток, лм |
|------------------------------|---------------|--------------|-----------|
| ЛЛ Philips Standart 18W | 220 | 18 | 1080 |
| Светодиодные ИС DS-Office-30 | 220 | 30 | 3500 |

Оценим эффективность замены существующих люминесцентных ламп (ЛЛ) на светодиодные источники света (ИС).

Для обеспечения минимума строительных работ оставим прежнее расположение светильников (см. рис. 1).

Таким образом, в учебной аудитории расположено 48 светодиодных комплектов ламп, мощностью 30 Вт. Уровень освещенности находится в требуемом диапазоне.

Определим количество потребляемой ЭЭ

за год. Мощность осветительной установки

$$P_{\text{осв.уст.}} = N P_{\text{л}} = 48 \cdot 30 = 1440 \text{ Вт.}$$

ЭЭ потребляемая осветительной установкой за год

$$W_{\text{осв.уст.}} = P_{\text{осв.уст.}} \cdot T = 1440 \cdot 9365 = 13485600 \text{ Втч.}$$

Плата за ЭЭ

$$P_{\text{л}} W T^{(1)} = 48 \cdot 30 \cdot 9365 = 13485600 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что при требуемом уровне освещенности во втором варианте эксплуатационная составляющая затрат гораздо ниже [5].

Определим капитальные затраты на установку светодиодных ИС.

$$K_{\text{LED}} = N_{\text{ИС}} C_{\text{ИС}} = 48 \cdot 2873 = 137904 \text{ руб.}$$

где N – количество светодиодных ламп, шт.; C – стоимость одной светодиодной лампы, руб.

В среднем продолжительность работы светодиодных ИС составляет 75000 часов, когда средняя продолжительность работы ЛЛ – 13000 часов. Таким образом, при одном жизненном цикле светодиодных ИС люминесцентные лампы необходимо будет заменить шесть раз.

Капитальные затраты на люминесцентные лампы, приведенные к периоду эксплуатации светодиодных ИС:

$$K_{\text{лл}} = N_{\text{лл}} C_{\text{лл}} \cdot n_{\text{лл}} = 48 \cdot 192616 \cdot 6 = 5616168 \text{ руб.}$$

где C – стоимость одной люминесцентной лампы, руб.; $C_{\text{св}}$ – стоимость светильников, руб.;

$S_{\text{пра}}$ – стоимость пускорегулирующей аппаратуры, руб.

Определим эффективность реконструкции системы освещения [10].

Таблица 2. Расчет чистого дисконтированного дохода для ЛЛ

| T | d_t | $Pr^t d_t$ | $K_t d_t$ | $(Pr^t d_t)'$ | $(K_t d_t)'$ | ЧДД |
|----|----------|------------|-----------|---------------|--------------|----------|
| 1 | 0,900901 | 0 | 124237,8 | 0 | 124237,8 | -124238 |
| 2 | 0,811622 | 23748,41 | 0 | 23748,41 | 124237,8 | -100489 |
| 3 | 0,731191 | 23962,36 | -8563,71 | 47710,78 | 115674,1 | -67963,3 |
| 4 | 0,658731 | 24178,24 | 0 | 71889,02 | 115674,1 | -43785,1 |
| 5 | 0,593451 | 24396,06 | -6950,5 | 96285,08 | 108723,6 | -12438,5 |
| 6 | 0,534641 | 24615,85 | 0 | 120900,9 | 108723,6 | 12177,31 |
| 7 | 0,481658 | 24837,61 | -5641,18 | 145738,5 | 103082,4 | 42656,1 |
| 8 | 0,433926 | 25061,37 | 0 | 170799,9 | 103082,4 | 67717,47 |
| 9 | 0,390925 | 25287,15 | -4578,51 | 196087,1 | 98503,93 | 97583,14 |
| 10 | 0,352184 | 25514,96 | 0 | 221602 | 98503,93 | 123098,1 |
| 11 | 0,317283 | 25744,83 | -3716,02 | 247346,9 | 94787,91 | 152559 |

Как известно, со временем работы производительность ламп уменьшается. Согласно [8] продолжительность работы ЛЛ, обеспечивающих минимально требуемую освещенность, составляет 2000 ч., а для светодиодных ИС – 40000 часов [9]. Учет данного фактора и определим срок окупаемости светодиодных ИС с данной поправкой.

На рисунке 2 представлены графики, иллюстрирующие деградацию светового потока от времени эксплуатации, для ЛЛ и для светодиодных ИС.

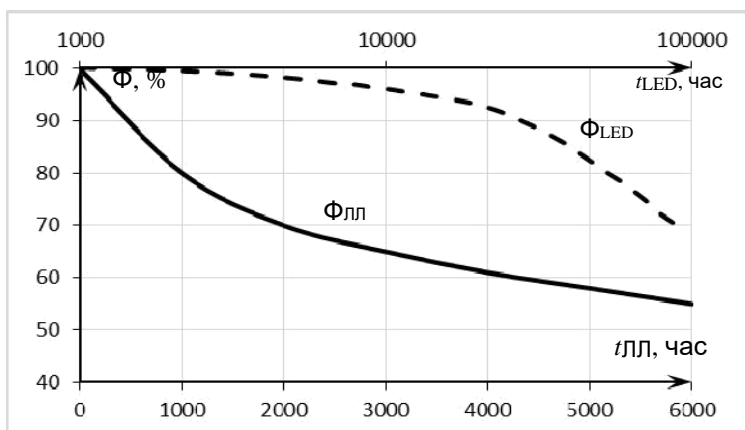


Рисунок 2. Изменение светового потока ЛЛ и светодиодных ИС в течение срока службы, %

В течение жизненного цикла одного комплекта светодиодных ИС люминесцентные лампы придется заменить 20 раз. Замена светодиодных ИС будет осуществляться 1 раз в 5 лет, а замена ЛЛ 5 раз в год. В таблице 3 представлены данные расчета чистого дисконтированного дохода.

Таблица 3. Расчет чистого дисконтированного дохода

| T | d_t | $Pr^t d_t$ | $K_t d_t$ | $(Pr^t d_t)'$ | $(K_t d_t)'$ | ЧДД |
|---|----------|------------|-----------|---------------|--------------|----------|
| 1 | 0,900901 | 0 | 71481,08 | 0 | 71481,08 | -71481,1 |
| 2 | 0,811622 | 23748,41 | -47528,6 | 23748,41 | 23952,47 | -204,057 |
| 3 | 0,731191 | 23962,36 | -42818,6 | 47710,78 | -18866,1 | 66576,87 |
| 4 | 0,658731 | 24178,24 | -38575,3 | 71889,02 | -57441,4 | 129330,4 |
| 5 | 0,593451 | 24396,06 | 47086,8 | 96285,08 | -10354,6 | 106639,7 |
| 6 | 0,534641 | 24615,85 | -31308,6 | 120900,9 | -41663,1 | 162564,1 |
| 7 | 0,481658 | 24837,61 | -28205,9 | 145738,5 | -69869,1 | 215607,6 |
| 8 | 0,433926 | 25061,37 | -25410,7 | 170799,9 | -95279,8 | 266079,7 |
| 9 | 0,390925 | 25287,15 | 31017,54 | 196087,1 | -64262,3 | 260349,3 |

Как видно из таблицы, положительное значение чистого дисконтированного дохода приходится на третий год эксплуатации осветительной установки, следовательно, срок окупаемости светодиодных источников света с учетом деградации светового потока составляет 2 года.

Значение срока окупаемости с учетом деградации светового потока оказалось меньше, это связано с тем, что световой поток люминесцентных ламп деградирует намного быстрее, а в расчете была учтена данная составляющая.

Таким образом, замена существующей системы освещения на светодиодные источники света является выгодной. Такая замена позволит сократить количество потребляемой электроэнергии и снизить плату за нее с 47 304,8 руб. до 17 139,42 руб., т.е. годовая экономия составит 30 165,38 руб.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента».
2. Тульчинская Я.И. «Методика оценки эффективности замены светильников и ламп на энергосберегающие».
3. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Лекция «Расчет осветительной нагрузки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/g/GARIKI/uchrab/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%9B/Oswet.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» (утв. постановлением Минстроя РФ от 2 августа 1995 г. N 18-78) (с изменениями и дополнениями).
6. Назаренко О.Б. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск : Изд. ТПУ, 2011. – 15 с.

7. Министерство экономического развития Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06, свободный. – Загл. с экрана.
8. Люминесцентные лампы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artillum.ru/lamps/discharge-lamps/45-fluorescent-lamps.html>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Светодиодные источники света. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compel.ru/lib/ne/2012/2/11-da-budet-cree-svetodiodyi-cree-dlya-vnutrennego-i-naruzhnogo-osveshheniya/>, свободный. – Загл. с экрана.
10. Климова Г.Н., Кабышев А.В. Элементы энергосбережения в электроснабжении промышленных предприятий: учебное пособие – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 189 с.