

КЕЙС № 3. «ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ШКОЛЫ (ВУЗА) С УСТАНОВКОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ЭНЕРГОСЕРВИСНОМУ КОНТРАКТУ»

Постановка задачи

Российской компанией «Интеллектуальная архитектура», выпускающей оборудование для автоматического управления инженерными системами зданий, в 2012 году было разработано специальное решение для модернизации систем освещения общеобразовательных школ с установкой систем светорегулирования. В феврале 2014 г по запросу одной энергосервисной компании (далее ЭСКО), был сделан расчет эффективности установки предлагаемого оборудования в общеобразовательной школе № 4 г. Калуги.

Основные требования ЭСКО:

1. обеспечить максимально возможную экономию электроэнергии;
2. решение должно быть недорогим и иметь срок окупаемости не более 4-х лет.

Исходные данные

1. Исходные для расчета данные представлены в Приложении 1.
2. Описание мероприятия и методика расчета его эффективности в натуральном и денежном выражении представлена в Приложении 2.
3. Методика оценки срока окупаемости приведена в Приложении 3.

Вопросы для проработки

1. Оценить техническую часть предлагаемого решения для всех видов освещения школы:

- освещения учебных классов;
- освещения коридоров, холлов;
- освещения спортивного зала;
- освещения прилегающей территории.

2. Произвести оценку экономии в натуральном и денежном выражении.

3. Произвести оценку срока окупаемости и примерного размера доходности вложений ЭСКО при заключении 4-летнего энергосервисного контракта со школой.

Сведения об учреждении

1. Количество этажей – два
2. Количество учебных классов – 27.
3. Тип установленных светильников: 2х36Вт и 4х18Вт.
4. Тип установленных светильников в спортзале – ДРЛ-250Вт.
5. Потребление электроэнергии за 2013 год – 63 580 кВт*ч.
6. Стоимость 1 кВт*ч с НДС – 6,10 руб.

Описание мероприятий

1. Учебные классы

В соответствии с принятыми в РФ типовыми решениями по освещению школ стандартные классы оборудованы светильниками с люминесцентными лампами 2хЛБ-40 (сегодня это, как правило, 2х36Вт) в количестве 12 шт (светильники у доски в расчет не принимаются). При этом расчетная освещенность на уровне парты равна 300 лк, что ниже действующей сегодня нормы в 400 лк (см. Рис 1).

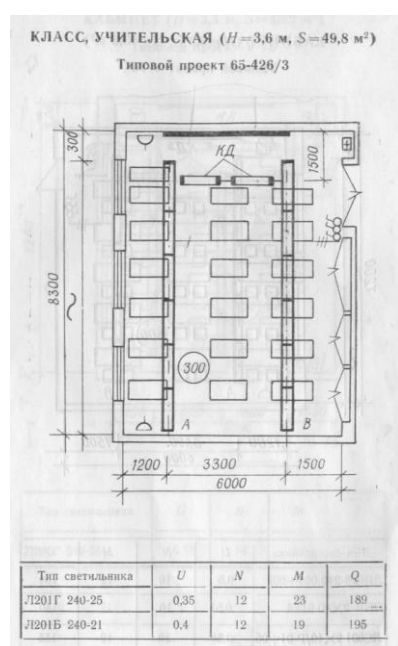


Рис 1. Типовая схема освещения стандартного класса

Стандартные светильники, имеющие электромагнитные пусковые устройства (дроссель+стартер), потребляют на 20% больше электроэнергии, чем суммарная мощность их ламп. Это происходит из-за потерь энергии на нагрев дросселей. Этот факт известен уже давно и неоднократно проверен практическими измерениями. В итоге стандартный светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью 36Вт потребляет из сети:

$$2 \times 36 \text{ Вт} + 20\% = 86 \text{ Вт}.$$

Общее энергопотребление системы освещения стандартного класса составляет:

$$12 \text{ шт} \times 86 \text{ Вт} = 1032 \text{ Вт или } 20,7 \text{ Вт/кв.м.}$$

Широко применяемые в нашей стране лампы мощностью 36Вт, 18Вт устаревшей серии Т8 имеют невысокую светоотдачу – около 70 лм/Вт, срок службы 8 000 час, значительный уровень спада светового потока в период эксплуатации – до 30% и запрещены к применению в большинстве европейских стран.

Наилучшая альтернатива для учебных заведений сегодня – современные люминесцентные лампы серии Т5 мощностью 35Вт. Они имеют светоотдачу 104 лм/Вт (как светодиоды), срок службы 24 000 час, спад светового потока всего 5% через 10 000 час эксплуатации и содержат в 10 раз меньше паров ртути. Высокий индекс цветопередачи (более 80) позволяет человеческому глазу правильно воспринимать цвета предметов.

Модернизация системы общего освещения класса предполагает выполнение следующих мероприятий:

1. замену старых светильников с лампами Т8 2х36Вт новыми серии К22-135У с лампами Т5 1х35Вт с функцией плавного регулирования мощности в диапазоне 2-100% в количестве 12 шт на класс;

2. установку датчиков освещенности К2110, плавно регулирующих мощность искусственного освещения в зависимости от уровня солнечного света, проникающего в класс через окна.

Светильники соединяются в сплошную световую линию, обеспечивая высокую равномерность освещения. Длина светильника - 1500 мм, поэтому по длине класса их нужно установить 4 шт вместо 6 шт 2х36Вт длиной 1200 мм.



Рис 2. Внешний вид светильников и «световой линии»

Общее энергопотребление новой системы освещения стандартного класса составит:

12 шт x 35Вт = 420 Вт.

Система регулирования с датчиками освещенности K2110 обеспечивает дополнительную экономию в размере, как минимум, 20%. В итоге энергопотребление одного класса составит:

420Вт – 20% = 336 Вт или 6,7 Вт/кв.м, т.е сократится в 3 раза!

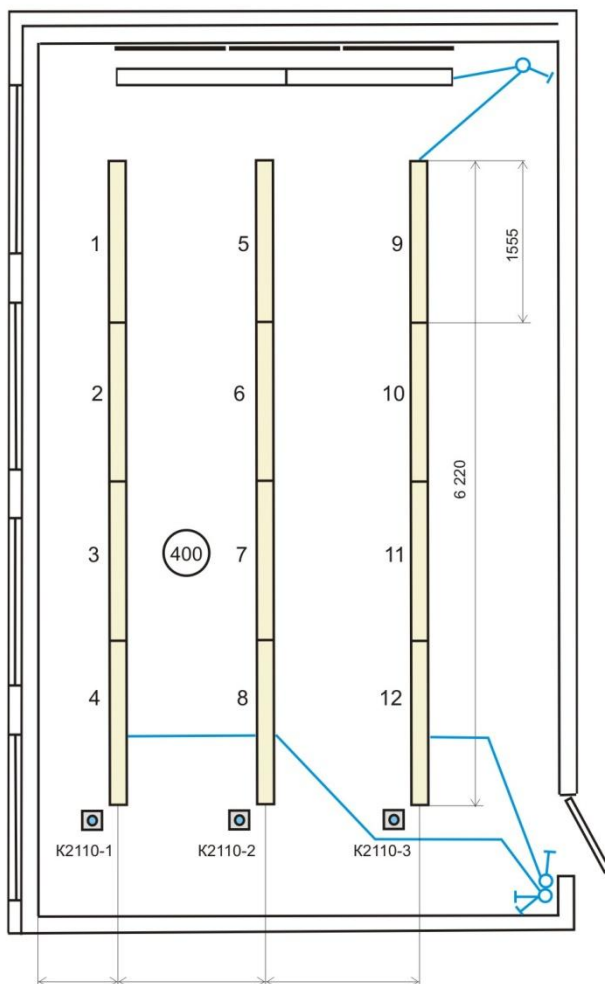
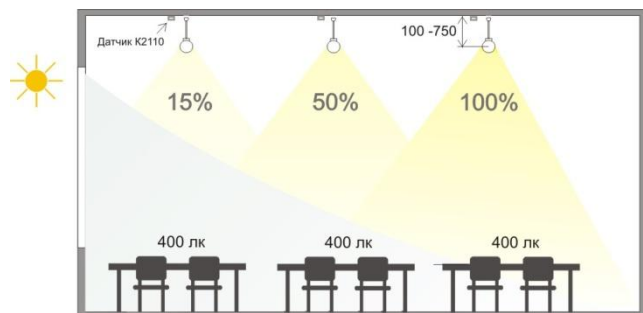


Рис 3. Схема расстановки светильников и датчиков освещенности в стандартном классе

Освещенность на уровне парт по результатам фактических замеров составляет 400 лк (крайние парты) - 530 лк (центр).

2. Места общего пользования (коридоры, холлы, рекреация, далее - МОП).

Модернизация системы освещения МОП предполагает выполнение следующих мероприятий:

1. замену старых светильников с лампами Т8 2х36Вт новыми серии К22-154У с лампами Т5 1х54Вт с функцией плавного регулирования мощности в диапазоне 2-100%;

2. установку на персональный компьютер программы для подачи школьных звонков;

3. установку системы автоматики для регулирования мощности системы освещения МОП.

Замена светильников МОП

Сегодня освещение МОП выполнено, как правило, с использованием светильников 2х36Вт (или 4х18Вт), потребляющих от сети 86Вт каждый.

Общее энергопотребление существующей системы освещения МОП составляет:

$$34 \text{ шт} \times 86\text{Вт} = 2924 \text{ Вт}$$

При модернизации устанавливаются новые люминесцентные светильники серии К22-154У с одной лампой серии Т5 мощностью 54Вт с функцией регулирования мощности.

Общее энергопотребление новой системы освещения МОП составит:

$$34 \text{ шт} \times 54\text{Вт} = 1836 \text{ Вт.}$$

Дополнительная экономия за счет применения системы автоматики – 30% (описание – далее). Итого общее энергопотребление автоматизированной системы освещения МОП:

$$1836\text{Вт} - 30\% = 1285 \text{ Вт.}$$

Компьютерная программа «Школьный звонок»

Программа позволяет управлять школьным звонком, в т.ч и по индивидуальным расписаниям для 1-х, 2-4-х и 5-11-х классов, если продолжительность уроков в младших классах менее 45 мин. Звонок может подаваться как проигрыванием звуковых файлов (wav, mp3) с дальнейшей

трансляцией в систему оповещения школы, так и с помощью обычных электромеханических устройств. Компьютер также сообщает контроллеру, управляющему освещением МОП, информацию о текущем состоянии учебного процесса – урок или перемена.

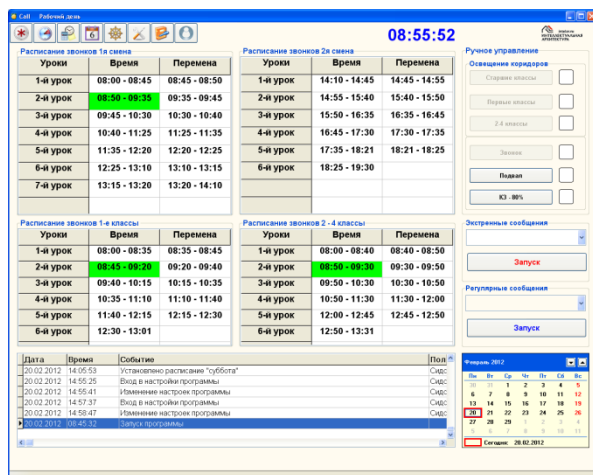


Рис 4. Компьютерная программа «Школьный звонок»

Автоматика для управления освещением МОП.

Для снижения потребления электроэнергии система управления автоматически переводит освещение коридоров, холлов и зон отдыха в экономичный режим работы во время уроков. Для этого по заложенному в компьютере расписанию звонков (программа «Школьный звонок») специальный контроллер управления освещением переключает соответствующие светильники в режим пониженной мощности (10-20% от номинального значения).

Если систему дополнить датчиками движения, то в случае появления в коридоре человека во время урока, световой поток соответствующей группы светильников плавно увеличится, создавая возможность комфортного передвижения. Во время перемены всё освещение МОП работает в режиме полной мощности.

Предусмотрена связь с системой пожарной сигнализации здания – при возникновении пожара освещение МОП автоматически переключается в режим номинальной мощности для обеспечения нормальной эвакуации людей из здания школы.

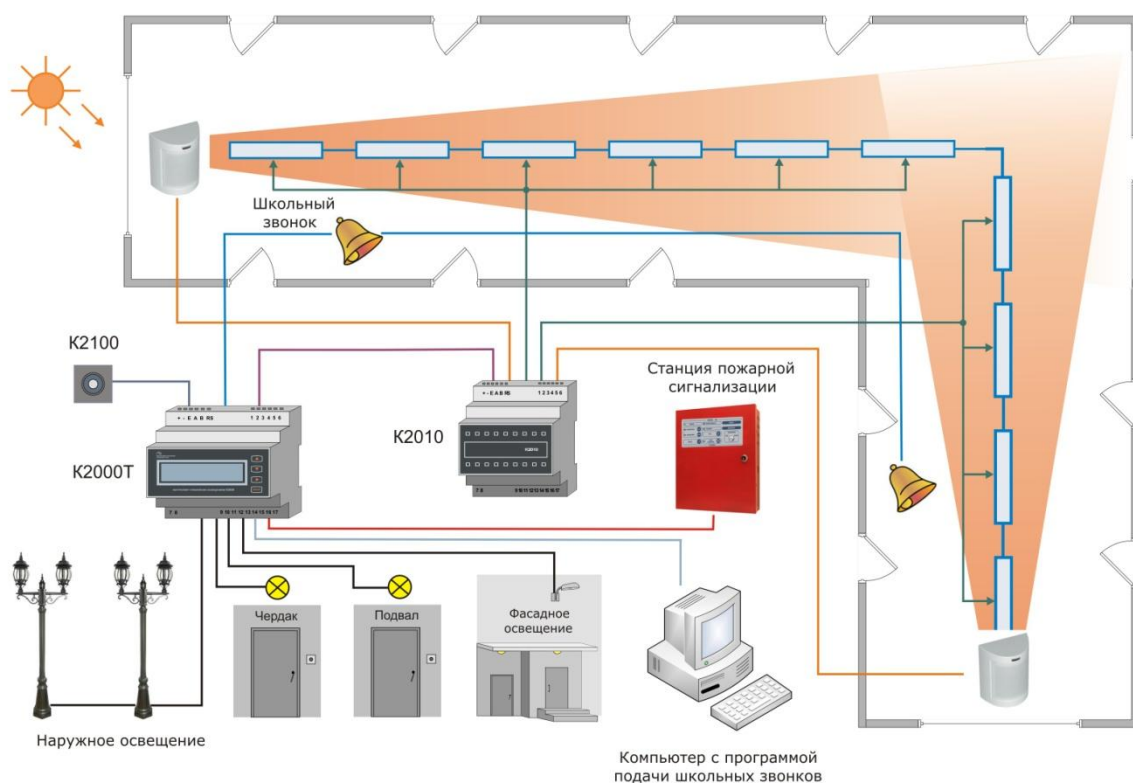


Рис 5. Система управления освещением МОП в комплексе с системой подачи звонков

Освещение спортивного зала

Вместо светильников с дуговыми ртутными лампами ДРЛ-250 (потребление с учетом потерь в дросселях 300Вт каждый) в количестве 6 шт (итого 1800Вт) устанавливаются регулируемые светильники с люминесцентными лампами серии Т5 2х54Вт в количестве 12шт с датчиками освещенности К2111 (экономия энергии - 20%).

Общее потребление спортзала после модернизации составит:

$$12\text{шт} \times 108\text{Вт} - 20\% = 1037 \text{ Вт.}$$

Освещение прилегающей территории.

Данный вид освещения в расчетах не предусмотрен, т.к на фасаде школы этих светильников нет. Общий подход при реконструкции уличного освещения следующий: замена ламп ДРЛ-250Вт на равноценные по световому потоку ДНаТ-150Вт с ночным понижением мощности на 40% (регулирование производит уже установленный в школе контроллер К2000Т).

Область применения

Жилые и административные здания, школы, ВУЗы, спортивные здания и сооружения, здания культурно-бытового назначения, производственные помещения, склады и автостоянки, учреждения здравоохранения и пр.

Оценка срока окупаемости и примерного размера доходности вложений в энергосервисный контракт

Оценку эффективности мероприятия проведем по критерию «Стоимость владения системой освещения» (Total Cost of Ownership - TCO), до реконструкции и после неё.

Стоимость владения определяется нарастающим итогом, например, за 4 года как сумма:

- стоимости потребленной электроэнергии;
- затрат на эксплуатацию системы;
- стоимости модернизации системы освещения (в случае заключения энергосервисного контракта).

Стоимость владения существующей системой освещения

(светильники 4x18 и 2x36 Вт с электромагнитными балластами)

Год	Потребление в год ,кВт*ч *	Цена 1 кВт, руб. (+10% рост тарифа ежегодно)	Стоимость потребленной э/э в год, руб.	Затраты на обслуживание в год, руб	Стоимость модернизации системы освещения, руб	Стоимость владения до модернизации с учетом всех затрат <u>нарастающим итогом, руб</u>
2014	64 000	6,10	390 400	34 000	нет	424 400
2015	64 000	6,71	429 440	37 400		891 240
2016	64 000	7,38	472 384	41 140		1 404 764
2017	64 000	8,12	519 622	45 254		1 969 640

Стоимость владения модернизированной системой освещения

(частичная модернизация светильников 4x18 Вт и 2x36 Вт, замена светильников в классах на 1x35Вт, установка системы автоматики с датчиками движения и освещенности, новая система подачи звонков)

Год	Потребление в год ,кВт*ч*	Цена 1 кВт, руб. (+10% рост тарифа ежегодно)	Стоимость потребленной э/э в год, руб.	Затраты на обслуживание в год, руб**	Стоимость модернизации системы освещения, руб***	Стоимость владения после модернизации с учетом всех затрат <u>нарастающим итогом, руб</u>
2014	22 400	6,10	136 640	5 000	790 000	931 640
2015	22 400	6,71	150 304	5 500		1 087 444
2016	22 400	7,38	165 334	6 050		1 258 828
2017	22 400	8,12	181 868	6 655		1 447 351

* - в расчеты заложена экономия электроэнергии в размере 65% (из практического опыта и расчетов величины снижения энергопотребления, приведенных в Приложении 2 для различных типов помещений).

** - затраты на обслуживание модернизированной системы практически отсутствуют, т.к лампы серии T5 со сроком службы 24 000 час прослужат без замены примерно 8-10 лет, автоматика

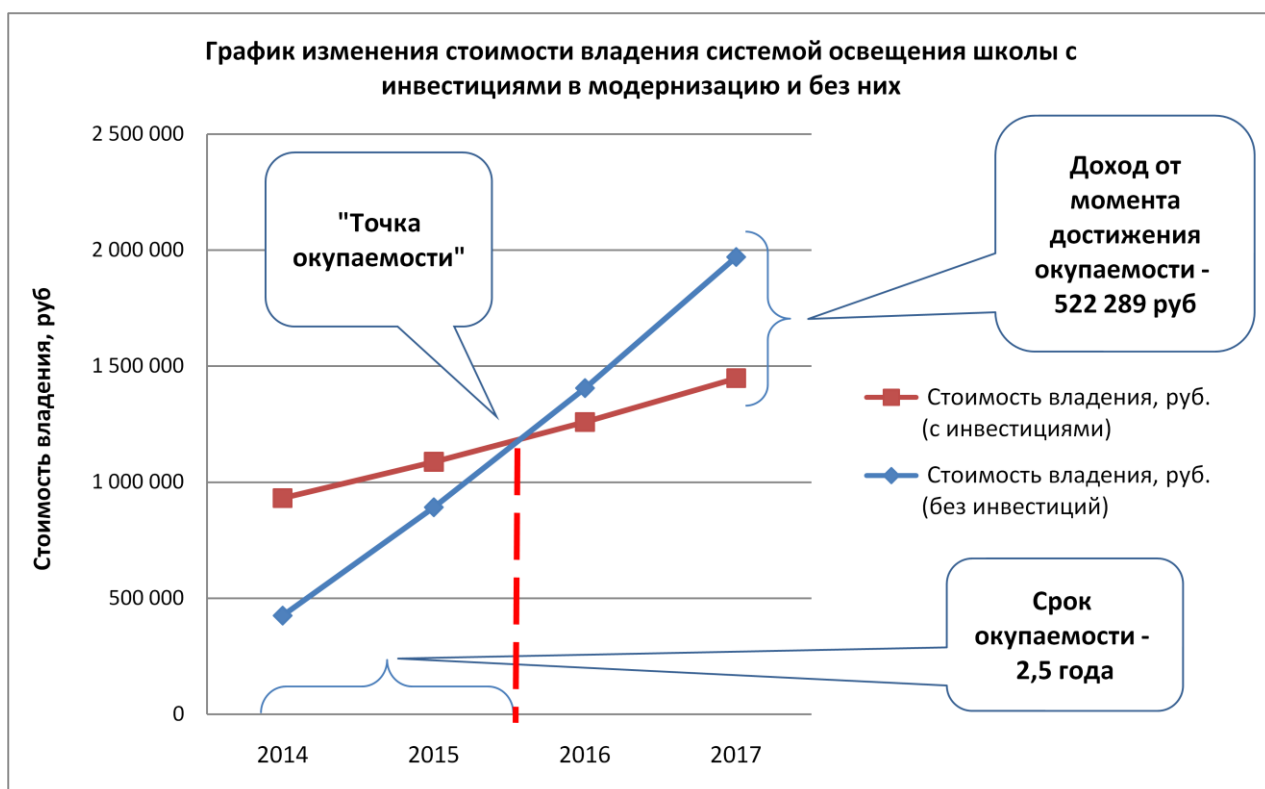
рассчитана на 15 лет работы и не требует периодического обслуживания, что выходит за временные рамки срока действия контракта.

*** - стоимость, а точнее себестоимость для ЭСКО, модернизации составляет 790 000 руб, включая НДС, в т.ч стоимость оборудования – 690 000 руб, себестоимость монтажа – 100 000 руб (2 человека 22 дня). В расчете предполагается, что прибыль ЭСКО получит не от выполнения работ, а полностью от операций по энергосервису.

Итоговые показатели проекта

Годы	Стоимость владения, руб. (без инвестиций)	Стоимость владения, руб. (с инвестициями)	Полученный доход от инвестиций по годам, руб	Доход ЭСКО к четвертому году с момента начала реализации проекта, руб		Если разделить доход с Заказчиком в пропорции 90/10
				Общий		
2014	424 400	931 640	-507 240	Общий	522 289	470 060
2015	891 240	1 087 444	-196 204	В год	130 572	117 515
2016	1 404 764	1 258 828	145 936	% годовых	16,5	14,9
2017	1 969 640	1 447 351	522 289			

График окупаемости проекта:



Выводы.

1. При заключении 4-летнего энергосервисного контракта доходы ЭСКО составят 16,5% годовых (для 5-летнего контракта – более 23% годовых, доход – 936 000 руб).
2. Проект является комплексным и предусматривает модернизацию всех видов освещения школы с максимальной эффективностью благодаря применению системы автоматики и современных источников света.

3. Применяемое в проекте оборудование производится в России. При необходимости обслуживать его может обычный школьный электрик.
4. При наличии собственных финансовых средств школа может выполнить аналогичный проект самостоятельно, в т.ч поэтапно за 1-3 года.