

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗАМЕНЫ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП НА СВЕТОДИОДНЫЕ В РАМКАХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Рогов Д.О.

г. Керчь, МБУДО «ЦНТТ», 4 класс

Руководитель: Сеницына Н.Г., г. Керчь, МБУДО «ЦНТТ», педагог дополнительного образования

Все чаще и чаще в последнее время повышается цена на электроэнергию. Это может быть связано прежде всего с тем, что запасы энергоресурсов сокращаются, повышаются затраты на добычу электроэнергии. Тем временем, в современном мире появилось огромное множество новых электронных приборов, массовое использование которых, увеличивает потребление электричества. Это дает дополнительную нагрузку на подстанции, они не справляются, происходят поломки все чаще и чаще, ведь они не рассчитаны на такие нагрузки.

Тема исследования является актуальной, так как на сегодняшний день вопрос энергосбережения, в частности освещения помещений, и экономической эффективности его внедрения стоит особо остро. Более того, как справедливо отмечает Е. А. Сысоева, «энергосбережение является общегосударственной задачей». Д. В. Мишин поддерживает исследователя, называя проблему «рациональным использованием энергии». Особенно это актуально в школах и прочих учебных заведениях, где возникает вопрос о здоровье учащихся, в котором освещение играет немалую роль. В большинстве российских школ до сих пор применяется освещение с использованием ламп накаливания, однако, постепенно школы переходят на современные методы освещения.

Целесообразность выбора темы связана с тем, что в процессе перехода перед руководством встает вопрос об оптимальном выборе ламп для использования в школах. Руководству школ следует учитывать стоимость ламп, которые они хотят приобрести, а также их соответствие всем нормам для обеспечения максимальной безопасности здоровью учеников. При четком понимании разницы между видами ламп, а также особенностями их функционирования сделать правильный выбор в разы проще.

Целью работы является описание основных видов светодиодных и люминесцентных ламп и их характеристика.

Основные задачи работы:

- изучить основные характеристики люминесцентных и светодиодных ламп;

- проанализировать особенности функционирования люминесцентных и светодиодных ламп;

- установить преимущества и недостатки применения различных видов ламп.

Объект исследования: светодиодные и люминесцентные лампы,

Предмет исследования: экономическое обоснование использования данных видов ламп.

Ввиду малой изученности данной проблемы, теоретическая значимость исследования состоит в систематизации видов ламп, описании их основных характеристик применительно к освещению в учебных заведениях и характеристике экономической эффективности применения определенного вида ламп.

Материал исследования составили работы Е.А. Сысоевой, Д.В. Мишина, Д.В. Сандольской, Зильбернагель В.В., Зильбернагель А.В., а также ведущих ученых ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

В работе использованы методы анализа, обобщения, системного подхода.

Работа включает введение, три раздела, выводы, список использованных источников.

Светодиодные лампы

Основные характеристики

Для более четкого определения оптимального выбора ламп, используемых в школах необходимо описать ключевые плюсы и минусы, а также различия в видах светодиодных и люминесцентных ламп.

Светодиодная лампа – это достаточно сложное электронное устройство с несколькими десятками деталей, от которых зависит качество света, безопасность его для здоровья и долговечность лампы.

Светодиодные светильники используются в самых разных помещениях: жилых, производственных, офисных, торговых, учебных. Они отличаются длительным сроком службы, компактностью и строгим дизайном, что позволяет удачно вписывать их практически в любые интерьеры. Для рос-

сийского потребителя это относительно новый тип осветительных приборов. Высокая стоимость таких светильников и противоречивые данные об их качественных характеристиках заставляют покупателей внимательнее относиться к выбору изделий. Необходимо разобраться в вопросах безопасности и экономической целесообразности использования светодиодных осветительных приборов.

Впервые светодиоды появились на рынке около полувека назад, и за это время их конструкция претерпела целый ряд качественных изменений. Д.В. Мишин несомненно отдает предпочтение использованию люминесцентных ламп (по сравнению с лампами накаливания) [5]. Среди преимуществ исследователь на первом месте ставит окупаемость [5]. Их характеристики говорят сами за себя:

- 1) ресурс работы. 50 000–100 000 часов;
- 2) мощность: чтобы правильно подобрать светодиодный светильник по мощности, необходимо разделить мощность заменяемой лампы накаливания примерно на 8;
- 3) цветовая температура: распространены светильники с показателем от 3000 К до 5000 К;
- 4) световой поток: для офиса должен составлять 3200 лм от одного светильника, для улицы – от 6000 лм. Класс защиты (IP) от внешних воздействий и условий работы. Для офиса достаточно IP40, для пыльного помещения – IP50, для улицы – IP65;
- 5) напряжение и частота питания – 220 В, 50 Гц;
- 6) эффективность: в настоящее время эффективность качественных светодиодов составляет 90–120 лм/вт.

Эффективность использования люминесцентных ламп особенно подчеркивается в статье Зильбернагель В. В., который не только представил описание годовых затрат на употребление подобных ламп, но и привел ряд рекомендаций по их использованию [2].

Таким образом, в настоящее время светодиоды считаются самым перспективным источником освещения

Преимущества и недостатки

У светодиодных ламп много плюсов по сравнению с обычными лампами накаливания и люминесцентными лампами:

– Безопасность (светодиодные светильники не содержат ртути и защищены прочными рассеивателями, которые сложно разбить, отсутствует мерцание – вредное для глаз). Согласно нормам, коэффициент пульсации светильников для детских образовательных учреждений не должен пре-

вышать 10%. У люминесцентных ламп этот показатель достигает 25–40%. Коэффициент пульсации светодиодных светильников <4%, что заверено протоколом измерений и оценки световой среды.

– Снижение энергопотребления, а значит снижение расходов на оплату электроэнергии в 2–3 раза.

– Увеличение степени освещенности. По многочисленным исследованиям, самое комфортное для человека освещение в помещении – это естественное дневное. Спектр свечения светодиодных светильников максимально близок к солнечному. Такой свет благотворно влияет на процесс обучения, ведь он улучшает самочувствие и настроение учителей и учеников.

– Уменьшение затрат на замену ламп в среднем в 2,5 раза. У светодиодных светильников нет расходных элементов, т.е. менять и утилизировать лампы не нужно. Такие светильники не требуют обслуживания и стабильно работают свыше 75 000 часов без снижения светового потока.

– Большой срок службы люминесцентных ламп, который отмечается не только ведущими учеными [3], но и даже в энциклопедическом словаре. [2]

Но, конечно, есть и минусы:

Высокая цена. Безусловно, фактор цены очень важен. С другой стороны, быстрая окупаемость за счет экономии электроэнергии и срока службы светодиодов делает этот минус уже не таким значительным. Сегодня светодиодные технологии шагают семимильными шагами, возрастает конкуренция среди компаний, которые производят светодиодную продукцию, все это, несомненно, приводит к постепенному снижению стоимости. Вполне вероятно, что со временем светодиодные светильники станут более доступны, хотя о снижении цен до уровня ламп накаливания говорить, скорее всего, не приходится.

Присутствие на рынке ламп с плохим качеством света (пульсация, плохие цветовые характеристики, некомфортная цветовая температура, несоответствие светового потока и эквивалента лампы накаливания заявленным).

Проблемы у некоторых ламп с выключателями, имеющими индикатор.

Регулировку яркости (диммирование) поддерживают только некоторые дорогие модели.

В табл. 1.1 (приложение А) приведена сравнительная характеристика потребляемой мощности ламп различных видов.

Д.В. Сандольская описывает положительные и отрицательные стороны использования люминесцентных ламп, также

упоминает их высокую стоимость, однако относит их к альтернативным источникам энергосберегающих ресурсов. [8]

Таким образом, главное преимущество светодиодных ламп – экономия электричества. При том же количестве света, излучаемого лампой, светодиодная лампа потребляет в 7–10 раз меньше электроэнергии, чем обычная лампа накаливания.

Люминесцентные лампы

Основные характеристики

Люминесцентные лампы производятся очень давно и по сей день они пользуются популярностью. Еще в 1970–ые гг. они сменили лампы накаливания в производственных помещениях и различных общественных учреждениях. Являясь энергоэффективными, они давали возможность качественно осветить большие площади: коридоры, фойе, классы, палаты, цеха. Люминесцентная лампа – это лампа, заполненная парами ртути, при подключении ее к электричеству появляется ультрафиолетовое излучение, которое невидимо для человеческого глаза. Лампу изнутри покрывают специальным составом – люминофором, который поглощая ультрафиолет, сам начинает светиться. Эти лампы еще называют газоразрядные, потому что внутри находится небольшое количество ртути и газ аргон. Дальнейшее совершенствование технологии производства люминесцентных ламп сделало возможным уменьшение их размера, увеличение яркости и качества излучаемого света. Начиная с 2000-х гг. эти лампы начинают активно проникать в домашние хозяйства и использоваться там, где ранее светили «лампочки Ильича». Люминесцентные лампы отличаются привлекательной ценой, позволяют экономить электроэнергию, предоставляют возможность выбора цветовой температуры света.

Люминесцентные лампы широко применяются для общего освещения, при этом их световая отдача в несколько раз больше, чем у ламп накаливания того же назначения. Срок службы люминесцентных ламп может до 20 раз превышать срок службы ламп накаливания при условии обеспечения достаточного качества электропитания, балласта и соблюдения ограничений по числу коммутаций, в противном случае быстро выходят из строя.

Наиболее распространенной разновидностью подобных источников является ртутная люминесцентная лампа. Она представляет собой стеклянную трубку, заполненную парами ртути, с нанесенным на внутреннюю поверхность слоем люминофора.

Достоинства и недостатки

Широкое применение получили в школах, детских садах, медицинских учреждениях и на производствах.

Основными достоинствами являются:

- очень высокая световая отдача (она почти в десять раз выше, чем у обычной лампы с нитью накаливания);

- длительный срок службы (почти 20000 часов), к тому же такие лампы обладают огромным цветовым спектром. Конечно, с многоцветной светодиодной лентой его не сравнить, но все же возможно подобрать осветительный прибор со световым потоком такого цвета, который нужен.

- распределение свечения по всей люминесцентной лампе. Хотя, конечно, это преимущество сомнительно, скорее его можно отнести к недостаткам. А их и без того хватает.
- относительно доступная цена.

Но эти лампы имеют ряд недостатков:

- сложность подключения (требуют установки пускорегулирующего аппарата, т. к. необходима стабилизация и поддержка нормального функционирования прибора освещения, то есть недостаточно просто вкрутить лампу в патрон, необходимы дополнительные элементы),

- зависимость от условий сети (необходимо ставить стабилизаторы напряжения, в противном случае из-за перепада напряжения возникает сильное мерцание, которое вредно сказывается на зрении, может вызывать головные боли и раздражительность),

- зависимость от температуры окружающей среды, (Оптимальный температурный режим подобных люминесцентных трубок – это 20 градусов по Цельсию),

- необходимость утилизации (просто выкинуть в урну ни в коем случае нельзя, из-за содержания ртути (испарения тяжелых металлов) такие лампы необходимо сдавать в специальные центры для утилизации)

И еще один минус – возможность отравиться парами ртути при дефекте или повреждении колбы.

Таким образом, использование люминесцентных ламп в освещении школы небезопасно: если такие лампы разбиваются, дети и учителя рискуют отравиться парами ртути. Кроме этого, применительно к Республике Крым, можно сказать, что необходимо использование более экономичных источников света, не зависящих от перепадов напряжения, потому что на данном этапе времени в Крыму ощущается дефицит электроэнергии, а также электроэнергия подается ненадлежащего качества. Постоянно ощущаются перепады напряжения. Вместо положенных 220 ВТ, напряжение в сети колеблется от 160 до 260 ВТ. и выше.

Экономическое обоснование целесообразности применения светодиодов

Какая же система освещения будет считаться энергоэффективной? В первую очередь, которая сможет создать высококачественное освещение и при этом сохранить свои характеристики длительное время, расходуя при этом небольшое количество электроэнергии, не требуя высоких затрат на эксплуатацию, приобретение и установку электрооборудования. Также не будет считаться энергоэффективной система, при которой, чтобы уменьшить расход электроэнергии на освещение будут снижаться нормы на освещение, ведь потери при ухудшении его условий будут значительно выше стоимости сэкономленной электроэнергии.

В своей работе «Экономическая эффективность использования светодиодных ламп» Сысоева Е.А. говорит следующее: «В настоящее время в России, по разным данным, порядка 110 млрд. кВт·часов электроэнергии расходуется на освещение, что составляет до 20% вырабатываемой электроэнергии. Практически освещение является крупнейшим однотипным потребителем электроэнергии. При этом на выработку единицы световой энергии расходуется в 1,3 – 1,4 раза больше электроэнергии, чем в передовых странах. Задача энергосбережения в освещении может решаться, путем широкого применения новых высокоэффективных источников света» [10].

Таким образом, если в 1970-е годы началась постепенная замена неэффективных ламп накаливания, коэффициент полезного действия которых составляет 3 – 5%, на люминесцентные лампы, в том числе компактные, которые в 5 и более раз эффективнее ламп накаливания, то в настоящее время целесообразна замена люминесцентных ламп на светодиодные.

Также в своей работе Сысоева Е.А. указала, что «Буквально 5 лет назад по оценке ГК «РоснаноТех», 42% мирового рынка занимали компактные люминесцентные лампы, 6% – светодиодные лампы, около 52% – лампы накаливания. В этот же период российский рынок был поделен следующим образом: около 6% – компактные люминесцентные лампы, 4% – светодиодные лампы, около 90% – лампы накаливания» [10].

Если взять в расчет все вышесказанное, то мы видим, что светодиодные светильники могли бы заменить люминесцентные.

Приведем пример экономии для одной школы, в которой расположено 42 класса.

Расчет экономии электроэнергии представлен в таблице 3.1 (приложение Б).

В одном классе в среднем установлены 4 люминесцентных светильника по 4 лам-

пы в каждом. При потреблении одной лампой 18 Вт получаем, что в час один класс потребляет электроэнергии 288Вт ($18 \cdot 4 = 288$ Вт). Таким образом, при использовании к примеру 4 часа в день 21 день в месяц получаем, что в одном классе в течение месяца потребляется 24192Вт электроэнергии ($288 \text{ Вт} \cdot 4 \text{ ч} \cdot 21 \text{ день} = 24192 \text{ Вт}$).

В итоге за месяц школа из 42 классов потребляет 1016 кВт электроэнергии ($24192 \text{ Вт} \cdot 42 = 1016064 \text{ Вт}$ или 1016 кВт).

Рассчитаем сколько же потребляет светодиодный светильник. Одна светодиодная лампа потребляет 10 Вт. Такие же 4 светодиодных светильника по 4 лампы в каждом в среднем потребляют 160 Вт в час ($10 \cdot 4 = 160 \text{ Вт}$), то есть за 21 день при работе 4 часа в сутки получается 13,44 кВт ($160 \cdot 4 \cdot 21 = 13440 \text{ Вт}$ или 13,44 кВт).

Для школы из 42 классов потребление составит 564,48 кВт в месяц.

Мы видим, что экономия для одной школы в месяц составит 451,52 кВт

На 1 сентября 2017 года в РК работало 533 школы. Если применить экономию ко всем школам получится 240660,16 кВт в месяц ($451,52 \text{ кВт} \cdot 533 = 240660,16 \text{ кВт}$)!

Если принять среднюю стоимость 1 кВт 4,04 руб., получаем экономию в месяц 972,3 тыс. руб.

На сегодня светодиодные светильники можно использовать практически везде, но о массовом их применении говорить пока рано. Основным и единственным сдерживающим фактором, была и остаётся их высокая стоимость. Какими бы бесспорными не казались выгоды применения светодиодов, но за редким исключением, решающим фактором их применения в каждом конкретном случае является экономика, то есть срок окупаемости и дальнейший экономический эффект. Конечно, в данном проекте не учтены расходы на замену светильников, ведь их стоимость достаточно высокая, но также и не учтено, что и срок службы таких светильников значительно дольше, ведь после того как светильник окупится, он будет ещё десяток и более лет продолжать светить и экономить.

Таким образом, использование светодиодных светильников вместо распространенных люминесцентных дало бы возможность значительно экономить на потреблении электроэнергии, что является важным фактором в экономике Крыма.

Заключение

В настоящее время все большее значение приобретает экономия электроэнергии. Нерациональное потребление этого ресурса приводит к его дефициту, в частности, в Республике Крым, а также его растущей стоимости. В связи с этим во всех организациях в той

или иной степени должны осуществляться мероприятия, направленные на экономию энергии. 19% потребляемой электроэнергии в мире расходуется на освещение, поэтому необходимо уделять внимание световым технологиям. А замена ламп на энергоэффективные не потребует таких колоссальных вложений, как в иные направления осуществления программы энергосбережения.

В данной работе предложен и проанализирован такой метод экономии электроэнергии для школ в Крыму как замена люминесцентных ламп на светодиодные. Экономия дает прежде всего снижение финансовых затрат. Кроме этого бережное отношение к природе, ведь повреждение и неправильная утилизация люминесцентных ламп приводит к испарению тяжелых металлов из-за содержания ртути. Также такой метод экономии дает повышение комфорта, ведь светодиодное освещение не только экономит электроэнергию, но и дает более полезный для глаз свет, в сравнении с традиционными лампами.

В работе изучены характеристики люминесцентных и светодиодных ламп, проанализированы особенности функционирования, а также установлены преимущества и недостатки таких ламп.

В ходе исследования установлено, что использование светодиодных ламп сможет создать высококачественное освещение при этом их характеристики сохраняются долгое время, электроэнергии расходуется небольшое количество, и, что важно, не требуются высокие затраты на то, чтобы приобрести, установить и ввести в эксплуатацию такое электрооборудование. Также при использовании светодиодных ламп не снижаются нормы на освещение, такие лампы имеют хорошую светоотдачу. Внедрение светодиодных ламп является более перспективным решением проблем энергетической эффективности в России, с точки зрения безопасности, экологии и функциональности.

Таким образом, на основе данного исследования можно сделать вывод, что стандартные лампы накаливания, несомненно, устарели, а при рассмотрении альтернатив,

преимущество над люминесцентными лампами имеют светодиодные, так как, даже несмотря на их высокую стоимость их эффективность подтверждается более долгим сроком службы, чем у люминесцентных и более высоким качеством освещения, что делает их приоритетными для приобретения как в школах, так и в других учебных заведениях.

Список литературы

1. Анализируем технические характеристики разных видов люминесцентных ламп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elektrik24.net/osvetitelnye-pribory/lampy/energoberegayushhie_lyuminescentnye/tehnicheskie-karakteristiki-3.html http://elektrik24.net/osvetitelnye-pribory/lampy/energoberegayushhie_lyuminescentnye/tehnicheskie-karakteristiki-3.html (дата обращения: 22.04.2018 г.).
2. Зильбернагер В.В. Эффективность энергосбережения компактными люминесцентными лампами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-energoberezheniya-kompaktnymi-lyuminescentnymi-lampami> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
3. Люминесцентная лампа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/143536> (дата обращения 22.04.2018 г.).
4. Люминесцентные лампы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ec.cfuv.ru/arkhiv-statej/50-lyuminescentnye-lampy.html> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
5. Люминесцентные лампы дневного света: какие бывают и как выбрать? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lampagid.ru/vidy/lyuminescentnye/lcd> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
6. Мишин Д.В. Оценка и сравнение экономической эффективности внедрения современных видов освещения в быту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-sravnenie-ekonomicheskoy-effektivnosti-vnedreniya-sovremennyh-vidov-osvescheniya-v-bytu> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
7. Освещение школы. 7 причин, почему стоит устанавливать светодиодное освещение в школе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diode-system.com/svetodiodnoe-osveshchenie-shkoly.html> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
8. Светодиодные светильники: все о возможностях LED-приборов и вариантах их исполнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravda.ru/navigator/svetodiodnye-svetilniki.html> (дата обращения: 22.04.2018 г.).
9. Сандольская Д.В. Повышение энергетической эффективности. Энергосберегающие лампы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-energeticheskoy-effektivnosti-energoberegayushchie-lampy> (дата обращения: 20.04.2018 г.).
10. Сысоева Е.А. Экономическая эффективность использования светодиодных ламп [Электронный ресурс] // Экономические и социальные перемены, факты, тенденции, прогноз. – 2012. – 3 (21). – С. 119–123. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-svetodiodnyh-lamp> (дата обращения: 22.04.2018 г.).

Приложение А

Таблица 1.1

Сравнительная характеристика потребляемой мощности ламп различных видов

Лампа накаливания, потребляемая мощность в Вт	Люминесцентная лампа, потребляемая мощность в Вт	Светодиодная лампа, потребляемая мощность в Вт	Световой поток, Лм
20 Вт	5-7 Вт	2-3 Вт	Около 250 Лм
40 Вт	10-13 Вт	4-5 Вт	Около 400 Лм
60 Вт	15-16 Вт	8-10 Вт	Около 700 Лм
75 Вт	18-20 Вт	10-12 Вт	Около 900 Лм
100 Вт	25-30 Вт	12-15 Вт	Около 1200 Лм
150 Вт	40-50 Вт	18-20 Вт	Около 1800 Лм
200 Вт	60-80 Вт	25-30 Вт	Около 2500 Лм

Приложение Б
Таблица 3.1

Расчет экономии электроэнергии в школах Республики Крым при замене люминесцентных ламп светодиодными лампами

Показатели	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа	Экономия
Потребляемая мощность одной лампы, Вт	18–20	10–12	8
Потребляемая мощность одного светильника (четыре лампы), Вт	72	40	32
Потребляемая мощность одного класса (4 светильника), Вт	288	160	128
Потребляемая мощность одной школы (42 класса по 4 часа в день), Вт	48384	26880	21504
Потребляемая мощность одной школы в течение месяца (21 день), Вт	1016064	564480	451584
Потребляемая мощность одной школы в кВт	1016	564,48	451,52
Потребляемая мощность электроэнергии по всем школам Республики Крым на 01.09.2017, кВт	541528	300867,84	240660,16