

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ  
СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ВО ВТОРОМ УЧЕБНОМ КОРПУСЕ  
МИНИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Копосова Н.Н., Абубякирова Д.А., Белова А.А.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, Россия (603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 1, бокс 37), e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

---

В статье представлены результаты расчетов, показывающих экономическую эффективность внедрения системы светодиодного освещения во втором учебном корпусе Мининского университета. Современные проблемы применения электроэнергии в освещении объектов приводят к пониманию необходимости модернизации ее использования, направленной в сторону повышения непосредственной технической эффективности ламповых устройств, снижения их ресурсоемкости и себестоимости, а также – в сторону повышения экологической эффективности как при эксплуатации, так и при утилизации отходов. Последнее особенно становится актуальным в связи с постоянной сменой ассортимента ламп различного класса энергоэффективности, а также в связи с недостаточно совершенной системой их сертификации. Также обращается внимание на экологическую значимость замены используемых в настоящее время люминесцентных ламп на светодиодные, что позволит значительно сократить потребление энергоресурсов и выбросы углекислого газа в атмосферу. Как известно, светодиодные лампы являются наиболее энергоэффективными, обладают минимальной ресурсоемкостью и весьма продолжительным сроком эксплуатации, а их отходы характеризуются оптимальной экологичностью в сравнении с иными аналогами – светоносителями, такими как лампы накаливания, люминесцентные, галогенные (криптонные), ртутные, натриевые и другие виды.

---

**Ключевые слова:** энергопотребление, освещение, светодиодные лампы.

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF INTRODUCTION  
LED LIGHTING IN THE SECOND EDUCATIONAL CASE MININ UNIVERSITY**

**Koposova N.N., Abubyakirova D.A., Belova A.A.**

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, the Ulyanova street, 1, box 37), e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

---

Results of the calculations showing economic efficiency of introduction of system of LED lighting in the second educational case of the Minin university are presented in article. Modern problems of use of the electric power according to objects result in understanding of need of the modernization of her use directed towards increase in direct technical efficiency of lamp devices, decrease in their resource intensity and prime cost and also – towards increase in environmental efficiency both at operation, and when recycling. The last especially becomes relevant in connection with constant change of the range of lamps of various class of energy efficiency and also in connection with insufficiently perfect system of their certification. Also the attention to the ecological importance of replacement of fluorescent lamps now in use on light-emitting diode is paid that will allow to reduce considerably consumption of energy resources and emissions of carbon dioxide in the atmosphere. It is known that LED lamps are the most energy efficient, have the minimum resource intensity and very long term of operation, and their waste is characterized by optimum environmental friendliness in comparison with other analogs – light, such as glow lamps, luminescent, halogen (krypton), mercury, sodium and other types.

---

**Key words:** energy consumption, lighting, LED lamps.

Простота и доступность использования электроэнергии породили у многих людей представление о неисчерпаемости энергетических ресурсов, притупили чувство необходимости её экономии. Между тем, проблема разумного использования энергии является одной из наиболее острых проблем человечества [2, 4].

Если мы не способны производить энергию экологически безопасным и рациональным путем, то необходимо хотя бы сократить её использование. Большинство специалистов приходит к выводу, что главным направлением решения проблемы является активное развитие системы энергосбережения [3, 5, 9].

Энергосбережение представляет собой комплекс мер, направленных на сокращение объема использованных энергетических ресурсов. К основным группам мероприятий, обеспечивающих эффективное энергопотребление, можно отнести организационные, научно-технические, экономические, информационные и нормативно-правовые [1].

Функционирование любой практической деятельности основывается на своих исходных установках и положениях. Таким образом, стандартизация в области энергосбережения согласно ГОСТ 31607-2012 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения» опирается на восемь основных принципов, центральным из которых является принцип рациональности стратегических ограничений на использование топливно-энергетических ресурсов, обосновывающий нормативно-методическое обеспечение ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных стратегий и дополнительных факторов-регуляторов: энерготранспортных, финансово-экономических, нормативно-метрологических, информационно-управляющих.

Основным методом и инструментом, позволяющим рационально расходовать энергетические ресурсы, являются энергосберегающие технологии, которые можно разделить на 3 уровня: совершенствование известных технологий с получением существенно более высокого эффекта; модернизация оборудования; интенсивное энергосбережение.

Реализация энергосбережения невозможна без соответствующей законодательной базы. Целями нормативного регулирования энергосбережения являются установление требований осуществление точности измерений при учете топливо-энергетических ресурсов на всех стадиях работы с ними; нормативных значений, которые ограничивают образование загрязняющих веществ в окружающей среде, правил обеспечения соответствия стандартов, норм и нормативов в области энергосбережения и энергетической эффективности международным, региональным, зарубежным стандартам и другие. В последние годы в этом направлении было принято несколько важных нормативных актов. Основным из них является закон Феде-

ральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Энергосбережение в освещении может решаться за счет применения новых высокоэффективных источников освещения, в том числе светодиодных [11].

Анализ технических характеристик светодиодных источников света позволил выявить их преимущества и недостатки, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки светодиодных ламп [6, 7, 8]

Преимущества	Недостатки
Низкое энергопотребление	Высокая цена
Длительный срок службы - от 30000 до 100000 часов (при работе 8 часов в день -34 года). Количество циклов включения-выключения не оказывают существенного влияния на срок службы светодиодов (в отличие от традиционных источников света - ламп накаливания, газоразрядных ламп).	Деградация кристалла, в результате чего он постепенно, из года в год, теряет яркость.
Различный угол излучения – от 15 до 180 градусов	Направленный свет. Свет светодиодной лампы, как правило, имеет направленный характер. Она плохо освещает сбоку от себя и совсем плохо - сзади. Поэтому, заменив лампы накаливания на светодиодные, в первое время можно ощущать дискомфорт от другого распределения световых потоков.
Нечувствительность к низким и очень низким температурам	Чувствительность к высоким температурам. Невозможно поместить в помещение с высокими температурами (бани), а также закрытых светильниках. Перегреваясь, светодиоды перегорают, поэтому важно, чтобы к лампе беспрепятственно поступал холодный воздух и охлаждал ее. Кроме этого, также не допускается применение таких ламп в помещении со слишком высокой влажностью.
Диммирование. Диммеры позволяют произвольно изменять яркость свечения светодиодной лампочки.	Диммирование ограничено. Не для всех светодиодов есть возможность применения диммеров (не все драйверы поддерживают).
Высокая световая отдача - мгновенно включаются и передают естественные цвета без искажений.	
Широкий диапазон цвета и оттенков освещения (от тёплого белого = 2700 К до холодного белого = 6500 К)	
Спектральная чистота (физический параметр света, соответствующий его психологическому параметру - насыщенности), достигаемая не фильтрами, а принципом устройства прибора.	
Отсутствие инерционности - включаются сразу на полную яркость, в то время как у	

ртутно-фосфорных (люминесцентных-экономичных) ламп время включения от 1 с до 1 мин, а яркость увеличивается от 30 % до 100 % за 3-10 минут, в зависимости от температуры окружающей среды.	
Безопасность - не требуются высокие напряжения, низкая температура светодиода, обычно не выше 60 °С.	
Экологичность - отсутствие ртути, фосфора и ультрафиолетового излучения в отличие от люминесцентных ламп.	
Высокая механическая прочность, виброустойчивость	

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что преимущества светодиодного освещения значительно превосходят его недостатки, и внедрение светодиодного освещения во втором корпусе университета будет рациональным решением. Так помимо низкого энергопотребления и длительного срока службы они не дают опасных отходов и безопасны при эксплуатации, в отличие от ламп накаливания и люминесцентных ламп.

Нами был проведен анализ рынка светодиодного освещения. В соответствии с требованиями СанПиН [10] к освещению в учебных заведениях освещение должно обеспечивать оптимальную и равномерную освещённость, обеспечивать хорошую цветопередачу, не искажать цвета освещаемых объектов, не мигать, не пульсировать, не гудеть и не жужжать, быть безопасными при повреждении и энергоэффективным.

Анализ действующей системы освещения во втором корпусе Мининского университета показал, что в различных помещениях установлены люминесцентные лампы двух типов: ЛПО (Л – прямые трубчатые люминесцентные лампы; П – потолочные; О – для общественных зданий) и растровые.

На данный момент (февраль 2018 года) в центральном холле на первом этаже, в аудитории 109, женском и мужском туалетах уже стоят светодиодные лампы LED-T8-standard 18 Вт, вставленные в светильник ЛПО, в котором ранее стояли люминесцентные лампы. Это является одним из преимуществ ламп данного типа, поскольку он не требует дополнительных вложений на установку новых светильников.

Исходя из этого, при разработке нашего проекта для внедрения светодиодного освещения в аудиториях университета были выбраны лампы данного типа, обладающие следующими преимуществами:

- имеют поворотный цоколь, что позволяет использовать лампу в различных светильниках;
- коэффициент пульсации менее 5%;

- форма и размеры стандартных линейных люминесцентных ламп Т8;
- устойчивы к механическим воздействиям (тряска, вибрация);
- класс энергоэффективности – А (максимальная энергоэффективность).

Также следует отметить, что выбранные светодиодные лампы являются аналогами действующих люминесцентных ламп. Об этом свидетельствуют их технические характеристики.

Для расчёта потребления энергии люминесцентными лампами за один год следует знать мощность выбранных ламп, их количество, оплату электроэнергии за 1 киловатт/час, а также время работы ламп.

В результате несложных подсчетов было выяснено, что в корпусе для освещения используется 2117 ламп (таблица 2).

Таблица 2

Общее количество ламп во втором корпусе

Тип лампы	В аудиториях	В коридорах	Всего
ЛЛ-26/36 Вт	647	68	715
ЛЛ-26/18 Вт	1264	104	1368
LED-T8-standard 18Вт	18	16	34

Анализ расписания учебных занятий за год показал, что средняя продолжительность работы ламп в аудиториях за день составляет 6,5 часов. Период включенного освещения в коридорах здания составляет примерно 12 часов. Рабочая неделя в университете составляет 6 дней. В течение месяца университет работает 26 дней. Из этого следует, что освещение осуществляется 312 дней в году.

Расчет энергопотребления на освещение осуществляется по формуле 1:

$$\text{Потребление} = \frac{\text{Мощность} \times \text{количество ламп} \times \text{время работы} \times \text{дни}}{1000(\text{кВт/ч})}$$

Расчет производился по каждому типу ламп отдельно для аудиторий и коридоров. В результате было установлено, что годовое энергопотребление за освещение составляет 114 140,16 кВт/ч. При стоимости 1 кВт/ч электроэнергии 6,20 рубля за освещение второго корпуса за год необходимо заплатить 821319,46 рубля.

Мы подсчитали, что если произвести замену люминесцентных ламп светодиодными, потребление электроэнергии на освещение снизится до 60988,48 кВт/ч в год, а плата при той

же стоимости за 1 кВт/ч – до 443315, 87 рубля, что позволит сократить расходы на 378063,59 рубля или на 46,6%.

Для внедрения светодиодного освещения потребуется 1368 ламп LED-T8R-standard 10 Вт для растровых светильников стоимостью 117,41 руб./шт. и 715 ламп LED-T8-standard 18 Вт для светильников ЛПО стоимостью 128,03 руб./шт. То есть затраты на замену имеющихся ламп светодиодными составят 252 158,33 рубля и окупятся через 8 месяцев за счет сокращения расходов на оплату.

Не менее важной на наш взгляд является экологическая сторона данного проекта. Оценка экологической составляющей проводится по нескольким показателям: объем сожженного топлива и объем выброса углекислого газа при сжигании топлива.

Произведя необходимые вычисления, мы установили, что для выработки 1 кВт/ч электроэнергии требуется 0,13 м<sup>3</sup> природного газа. То есть в настоящее время система освещения второго корпуса «съедает» 17221,21 м<sup>3</sup> природного газа в год.

При расчете экономической эффективности мы выяснили, что годовое энергопотребление при внедрении светодиодного освещения сократится на 53151,68 кВт/ч в год. Таким образом, прогнозируемое сокращение потребления энергии позволит сократить ежегодное потребление газа до 9295,33 м<sup>3</sup>, практически вдвое.

Расчеты, произведенные для определения объема углекислого газа, выделившегося при сжигании топлива, показали, что при современном расходе топлива в атмосферу поступает 55983,45 тонн/год углекислого газа. Переход на светодиодное освещение позволит снизить эти выбросы до 29369,77 тонн/год.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что при внедрении светодиодного освещения мы сократим использование запасов природных ресурсов, улучшим качество атмосферного воздуха, сократим углеродный след, а в соответствии с этим замедлим процесс глобального потепления, который в свою очередь оказывает влияние на всю окружающую среду.

### **Литература:**

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ.
2. Амеликина С.А. Современные проблемы светодиодного освещения / С.А. Амеликина, О.Е. Железникова, Э.А. Амеликин // Материалы научной конференции «XLV Огаревские чтения». – Саранск: НИМГУ им. Н.П. Огарева, 2017. – С. 95-102.
3. Белов В.В. Эксплуатационная надежность, безопасность и экологичность установок с разрядными лампами в сельскохозяйственном производстве / В.В. Белов, О.Ю. Коваленко, Ю.Н. Семенов, С.А. Овчукова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. – № 38. – С. 5-8.

4. Железникова О.Е. Проблемы светодиодного освещения / О.Е. Железникова, Э.А. Амеликин // материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием «Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики». – Саранск: НИМГУ им. Н.П. Огарева, 2017. – С. 127-132.
5. Железникова О.Е. Современные проблемы физиолого-гигиенических исследований светодиодного освещения / О.Е. Железникова, С.А. Амеликина, Л.В. Сеницына, Э.А. Амеликин, А.С. Федоренко // Естественные и технические науки. – 2013. – № 5 (67). – С. 258-266.
6. Компания ASD [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://asd-electro.ru/> - Дата обращения: 03.03.2018.
7. Назначение светодиодных ламп [электронный ресурс ] – Режим доступа: <http://svetnn.ru/> - Дата обращения: 03.03.2018.
8. Применение светодиодных ламп [электронный ресурс] <https://www.kakprosto.ru/>- Дата обращения: 08.04.2018.
9. Ребровская Д.А. Энергетическая эффективность систем электрического освещения учреждения социальной сферы / Д.А. Ребровская, А.В. Брысин // Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы энергетики АПК». – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2014. – С. 263-264.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 61 с.
11. Сысоева Е.А. Энергосбережение и повышение эффективности систем внутреннего и наружного освещения / Е.А. Сысоева // Проблемы экономики и менеджмента. – 2011. – № 4 (4). – С. 50-53.