**Литература и источники**

1. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года: утв. Распоряжением Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202111020024.
2. Global Hydrogen Review 2021 / International Energy Agency. – Paris: IEA Publications, October 2021. – 221 p. – URL: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021.
3. Global Hydrogen Review 2023 / International Energy Agency. – Paris: IEA Publications, September 2023. – 211 p. – URL: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023.
4. Производство отдельных видов промышленной продукции в натуральном выражении // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL: https://www.fedstat.ru/indicator/42928.

**Серёгина Виктория Викторовна**
Кандидат социологических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
vic.victora@yandex.ru

**Удинцова Надежда Михайловна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»,
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
udinczowa@yandex.ru

**Середина Марина Николаевна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»,
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
smn1472@yandex.ru

**Жидченко Татьяна Викторовна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»,
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
tvzh@inbox.ru

**Романов Константин Александрович**
Студент Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
Kostyantyn.romanov@mail.ru

## Переход на светодиоды: финансовая целесообразность

**Аннотация**. Статья посвящена эффективной технологии освещения светодиодными лампами. Авторы предлагают простой и понятный расчёт окупаемости инвестиций в светодиодное освещение, который позволит объективно оценить его экономическую целесообразность. Методом исследования является финансовый анализ на принципе срока окупаемости. Отмечены также не только достоинства светодиодной продукции, но и недостатки. Предлагаются рекомендации, обращающие внимание на выбор качественной светодиодной продукции.

**Ключевые слова:** светодиодные лампы**,** лампы накаливания, люминесцентные лампы, расчёт окупаемости инвестиций.

**Seregina Victoriya V.**
**Udintsova Nadezhda M.**
**Seredina Marina N.**
**Zhidchenko Tatiana V.**
**Romanov Constantin A.**

## Switching to LEDs: financial feasibility

**Abstract**. This article explores the efficient use of LED lighting technology. The authors propose a simple and straightforward calculation of the return on investment in LED lighting, allowing for an objective assessment of its economic feasibility. The research method utilizes a financial analysis based on the payback period principle. The advantages and disadvantages of LED products are highlighted, as well as recommendations for choosing high-quality LED products.
**Key words**: LED lamps, incandescent lamps, fluorescent lamps, return on investment calculation.

Переход на энергоэффективные технологии является одной из ключевых задач в условиях растущих тарифов на электроэнергию и повышенного внимания к экологии. Светодиодное (LED) освещение прочно вошло в нашу жизнь, предлагая альтернативу традиционным лампам накаливания и люминесцентным светильникам. Однако высокая первоначальная стоимость светодиодных изделий часто останавливает потребителей, несмотря на обещания значительной экономии в будущем. Целью данного доклада является проведение простого и понятного расчета окупаемости инвестиций в светодиодное освещение, который позволит объективно оценить его экономическую целесообразность.

Актуальность темы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, постоянный рост цен на электроэнергию заставляет искать способы снижения эксплуатационных расходов как в быту, так и на предприятиях.

Во-вторых, во многих странах действуют программы по поэтапному отказу от неэффективных источников света.

В-третьих, повышается общественная осведомленность о необходимости энергосбережения и снижения углеродного следа.

Основным методом исследования в данном докладе является сравнительный финансовый анализ, основанный на принципе простого срока окупаемости. Он предполагает сопоставление разницы в процессе их эксплуатации. Ключевыми учитываемыми параметрами являются мощность ламп, их световой поток для обеспечения сопоставимости уровня освещенности, заявленный срок службы и действующий тариф на электроэнергию. Расчеты будут вестись для усредненных условий, что позволит получить наглядный результат.

Ключевые преимущества светодиодных ламп, напрямую влияющие на их окупаемость, включают существенно более низкое энергопотребление при сопоставимой яркости. Светодиодная лампа потребляет в 8–10 раз меньше энергии, чем лампа накаливания, и примерно в 1,5–2 раза меньше, чем люминесцентная лампа. Второе решающее преимущество – длительный срок службы, который составляет 25 000–50 000 часов, что в 25–50 раз больше, чем у лампы накаливания, и в 3–4 раз больше, чем у средней люминесцентной лампы [1–5]. Дополнительными, но также экономически значимыми факторами являются высокая механическая прочность, отсутствие необходимости в специальной утилизации, в отличие от ртутных ламп, мгновенное зажигание на полную яркость и минимальное выделение тепла, что снижает нагрузку на системы кондиционирования.

Рассмотрим пример для складского помещения площадью 1000 кв. м с высотой потолка 8 м. Норма освещенности для зон разгрузки, комплектации и проходов согласно ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений» [3] и СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [4]принимается равной 200 Люкс.

Характеристики светодиодной лампы:

- Мощность 1 источника – 50 Вт,
- Световой поток 1 источника – 5650 лм.

Основные расчётные формулы

1. Расчётная высота подвеса светильников над рабочей плоскостью:

$$h=H_{св}-h_{рп},$$

где:

$H_{св}$ – высота установки светильника (7,5 м),

$h_{рп}$ – высота рабочей плоскости (4,0 м),

h=7,5-4,0=3,5 м.

2. Индекс помещения:

$$i=(A*B)/h*(A+B),$$

где:

A*B=S=1000 кв м,

(A+B) – периметр (принимаем A=40 м, B=25 м),

i=4,4.

3. Необходимый световой поток всех светильников:

$$Ф_{общ}=(E_{норм}*S*k_z)/η,$$

где:

$E_{норм}$ – (складская зона, нормированная освещённость),

S=1000 кв м,

$k_z$ – (коэффициент запаса для светодиодных светильников на складе),

η – (коэффициент использования светового потока).

4. Количество светильников:

$$N=Ф_{общ}/Ф_1,$$

где:

$Ф_1$=5650 лм (световой поток одного светильника).

Расчёт:

$Ф_{общ}$=(200*1000*1,4)/0,7=400000 лм

N=400000/5650=70 шт.

Потребляемая мощность установки:

$$P_{общ}=N*P_1=70*50=3,5 кВт$$

Энергопотребление в месяц при работе 10 ч/день, 5 дней/неделю:

$T_{мес}$=5*10*4=200 ч

$W_{мес}$=3,5*200=700 кВт·ч

Расчет стоимости использования:

Принимаем режим работы как 10 часов в день 5 дней в неделю

$$C=W_{мес}*T,$$

где:

T – тариф электроэнергии 5,90 руб./кВт·ч в Ростовской области для городского района.

C=758,5*5,90=4130 руб.

Таблица 1 – Сравнение по параметрам

| Параметр | Светодиодная лампа | Люминесцентная лампа |
|---|---|---|
| Световой поток одной лампы | 5650 лм | 3500 лм |
| Количество ламп в помещении | 70 шт. | 114 шт. |
| Мощность одной лампы | 50 Вт | 55 Вт |
| Общая мощность | 3.5 кВт | 6.27 кВт |
| Месячное энергопотребление | 700 кВт·ч | 1300 кВт·ч |
| Экономия электроэнергии | 600 кВт·ч/месяц | |

Люмен (лм) – единица измерения светового потока в Международной системе единиц (СИ).

Световой поток – это физическая величина, характеризующая количество световой энергии.

Проведенный расчет наглядно демонстрирует исключительно высокую экономическую эффективность перехода на светодиодное освещение в коммерческом режиме эксплуатации. Несмотря на почти десятикратную разницу в стартовой цене, инвестиции окупаются уже в первые несколько месяцев за счет резкого сокращения счетов за электроэнергию. В долгосрочной перспективе (5 лет и более) экономия становится кратной первоначальным вложениям. Основными источниками экономии являются низкое энергопотребление и крайне редкая замена ламп, что также сокращает эксплуатационные расходы на обслуживание [1–5].

Несмотря на впечатляющую экономию, светодиодные технологии имеют и недостатки. Первичная стоимость качественных светодиодных изделий остается высокой. На рынке присутствует огромное количество низкокачественной продукции с несоответствующими заявленным характеристиками: световым потоком, цветовой температурой и, что критично, реальным сроком службы, что может исказить результаты расчетов. Некоторые дешевые светодиодные лампы могут иметь высокий коэффициент пульсации света, что негативно влияет на зрение и самочувствие [5]. Кроме того, электронные компоненты драйвера лампы чувствительны к скачкам напряжения в сети, а спектр света не всегда является комфортным для глаз, хотя современные модели успешно решают эту проблему.

Проведенный анализ однозначно свидетельствует о высокой экономической целесообразности перехода на светодиодное освещение, особенно для объектов с длительным режимом работы. Простой срок окупаемости, исчисляемый месяцами, делает такие инвестиции одними из самых эффективных в области энергосбережения. При этом для достижения прогнозируемого результата необходимо ответственно подходить к выбору продукции, отдавая предпочтение надежным производителям и проверенным поставщикам. Учет долгосрочных преимуществ, таких как долгий срок службы и снижение эксплуатационных затрат, позволяет рассматривать светодиодное освещение не как статью расходов, а как выгодную инвестицию, ведущую к существенной экономии ресурсов и повышению качества освещения в долгосрочной.

## Литература и источники

1. Преимущества и недостатки светодиодного LED освещения. – URL: https://profneon.ru/o-kompanii-profneon/novosti-kompanii-profneon/preimushchestva-i-nedostatki-svetodiodnogo-led-osveshcheniya/.

2. Подробное сравнение светодиодных ламп и других источников света. – URL: https://www.elektro.ru/articles/podrobnoe-sravnenie-svetodiodnykh-lamp-i-drugikh-istochnikov-sveta/?ysclid=mlckvm8l6i215371556.

3. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений» – URL: https://svetosmotr.ru/wp-content/uploads/2020/08/1200105707.pdf?ysclid=mlclsym7xk544027016.

4. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». – URL: https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=101&page=1&month=-1&year=-1&search=&RegNum=54&DocOnPageCount=100&id=210053.

5. Лескина Л.М., Головкова Н.П., Чеботарев А.Г., Пасеков А.Н. Распространенность хронических общесоматических заболеваний у работников производства люминесцентных ламп // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 5. – С. 18-22.

**Серёгина Виктория Викторовна**
Кандидат социологических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
vic.victora@yandex.ru

**Удинцова Надежда Михайловна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»,
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
udinczowa@yandex.ru

**Середина Марина Николаевна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»,
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
smn1472@yandex.ru

**Жидченко Татьяна Викторовна**
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и биоинформатика»
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
tvzh@inbox.ru

**Чабаненко Вячеслав Викторович**
Студент Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФБОУ ВО «Донской государственный аграрный институт», г. Зерноград, Россия
slavikchabanenko06@gmail.com

## Экономика одного киловатта: математика на службе у энергорынка

**Аннотация**. В статье рассматривается математическая модель составляющих элементов цены электроэнергии. Определена её цель – минимизация общей стоимости. Приведен гипотетический расчет стоимости электроэнергии для региона с разнообразной генерацией, такого как Ростовская область, где есть Ростовская АЭС, Новочеркасская ГРЭС, ТЭЦ и ветропарки. В основе такого расчёта авторами положена оценка удельной себестоимости производства на разных типах станций. В статье также приведены расчёты стоимости производства электроэнергии для угольных, газовых и возобновляемых энергетических источников электроэнергии.

**Ключевые слова:** цена электроэнергии**,** задача оптимизации, солнечные электростанции, маржинальная прибыль.