



ISSN 1993-3509 online

**ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА І МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
ECONOMICS OF CIVIL ENGINEERING AND MUNICIPAL ECONOMY**

2020, ТОМ 16, НОМЕР 3, 165–171

УДК 332.872

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДНР**

**Д. А. Захарченко, В. А. Лыкова**

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,  
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.*

*E-mail: zda\_03@mail.ru*

*Получена 10 сентября 2020; принята 25 сентября 2020.*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена актуальная для республики проблема ресурсосбережения в коммунальном хозяйстве. Внимание акцентируется на внедрении энергосберегающих технологий с применением солнечных модулей в освещении дорог. Исследованы проблемы и возможности ресурсосбережения в республике. Оценивается расход электроэнергии в летнее и зимнее время при использовании ламп накаливания и энергосберегающих ламп. Приведены сравнения в технико-экономическом обосновании лампового уличного светильника и светодиодного уличного светильника. Также рассматриваются основные современные источники света, позволяющие снизить потребление энергетических ресурсов на освещении дорог на примере Российской Федерации и Норвегии. Рассмотрена программа внедрения автономных систем энергоснабжения уличного освещения на основе использования экономичных светодиодных светильников и солнечных батарей в Донецкой Народной Республике.

**Ключевые слова:** лампа накаливания, светодиодная лампа, уличное освещение, автономные системы энергоснабжения, солнечные батареи.

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В КОММУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ ДНР**

**Д. А. Захарченко, В. А. Лыкова**

*ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,  
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.*

*E-mail: zda\_03@mail.ru*

*Отримана 10 вересня; прийнята 25 вересня 2020.*

**Анотація.** У даній статті розглянута актуальна для республіки проблема ресурсозбереження в комунальному господарстві. Увага акцентується на впровадженні енергозберігаючих технологій із застосуванням сонячних модулів в освітленні доріг. Досліджено проблеми і можливості ресурсозбереження в республіці. Оцінюється витрата електроенергії в літній і зимовий час при використанні ламп розжарювання і енергозберігаючих ламп. Наведено порівняння в техніко-економічному обґрунтуванні лампового вуличного освітлення і світлодіодного вуличного світильника. Також розглядаються основні сучасні джерела світла, що дозволяють знизити споживання енергетичних ресурсів на освітленні доріг на прикладі Російської Федерації та Норвегії. Розглянуто програму впровадження автономних систем енергопостачання вуличного освітлення на основі використання економічних світлодіодних світильників і сонячних батарей в Донецькій Народній Республіці.

**Ключові слова:** лампа розжарювання, світлодіодна лампа, вуличне освітлення, автономні системи енергопостачання, сонячні батареї.

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RESOURCE SAVING IN THE DPR MUNICIPAL ECONOMY

**Dmitry Zakharchenko, Valentina Lykova**

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.*

*E-mail: zda\_03@mail.ru*

*Received 10 September; accepted 25 September 2020.*

**Abstract.** This article deals with the problem of resource conservation in the communal services, which is urgent for the republic. Attention is focused on the introduction of energy-saving technologies with the use of solar modules in road lighting. The problems and possibilities of resource-saving in the republic are investigated. Electricity consumption in summer and winter is estimated when using incandescent lamps and energy-saving lamps. Comparisons in the feasibility study of a lamp street lamp and an LED street lamp are given. We also consider the main modern light sources that reduce the consumption of energy resources for road lighting on the example of the Russian Federation and Norway. A program for the introduction of autonomous power supply systems for street lighting based on the use of economical LED lamps and solar panels in the Donetsk People's Republic is considered.

**Keywords:** incandescent lamp, led lamp, street lighting, Autonomous power supply systems, solar panels.

### Формулировка проблемы

На данный момент проблема ресурсосбережения в коммунальном хозяйстве является одной из самых важных проблем в Донецкой Народной Республике. Проблема уличного освещения остро стоит в республике. Светильники часто выходят из строя из-за старых электрических сетей, что приводит к перегоранию и выходу из строя ламп, перегоранию фотореле.

### Анализ последних исследований и публикаций

Исследование проблем и возможностей ресурсосбережения нашло свое отражение в многочисленных трудах как зарубежных, так и отечественных ученых. В частности, вопросы ресурсосбережения рассматривались в работах Д. Медоуз, К. Боулдинга, Р. Солоу, Т. Титенберга, Г. Тейлора, У. Ростоу, Г. Одума, Е. Одум, Дж. Форрестера, П. Пильцера, Г. Дейли и других зарубежных авторов с различных точек зрения, подходивших к процессам сохранения ресурсов и их роли в реализации стратегии устойчивого развития. Среди украинских и российских ученых, занимавшихся этими проблемами, следует выделить И. В. Агафонова, А. С. Кравца, М. М. Мурашко, С. В. Чекмазова, А. А. Ершова, Г. Я. Умарова, В. Г. Лисиенко,

Я. М. Щелокова, М. Г. Ладыгичева, С. Е. Тимошкина, Е. В. Харченко и др.

Несмотря на интерес к проблеме исследования многих современных авторов, до настоящего времени не разработаны конкретные мероприятия по решению проблем коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики по вопросу освещения улиц и дорог.

### Цель исследования

Целью статьи является изучение зарубежного опыта использования ресурсосберегающих технологий в освещении дорог, а также рассмотрение возможностей применения опыта для решения проблем коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики.

### Основной материал

Вопрос экономии освещения важен не только с точки зрения затрат на электроснабжение. В первую очередь это позволяет решить проблему недостаточной освещенности, которая особенно часто отмечается в отдаленных населенных пунктах. В них основная проблема недостатка искусственного света на улице связана именно с финансовым вопросом. Но сегодня эта проблема решается, причем даже несколькими способами:

- за счет ламп нового поколения;
- «умных» систем освещения.

В настоящее время существует достаточно много классификаций ламп для уличного освещения (таблица 1), в которых учитываются множество нюансов: целевое назначение прибора, типы ламп, виды, размеры, мощность и некоторые другие дополнительные факторы, от которых зависит выбор устройства. Некоторые из них мы рассмотрим в этой статье.

Для создания светильников уличного освещения используются различные современные и классические материалы, такие как сталь, стекло, пластик, ковка. По типам источников света их можно разделить на следующие виды:

- лампы накаливания;
- газоразрядные лампы для уличного освещения (ртутные, натриевые, металлогалогенные);
- ксеноновые;
- люминесцентные;
- индукционные.

Лампы накаливания – это единственный тип ламп, который вообще не имеет практически никаких ограничений. Они отлично работают как при плюсовых, так и при отрицательных температурах.

Газоразрядные лампы бывают различных видов. По сравнению с лампами накаливания газоразрядные лампы считаются наиболее энергоэффективными и потому являются экономически выгодными. Газоразрядные лампы стали своего рода стандартом для уличного освещения.

Ксеноновые светильники обладают неплохими достоинствами, благодаря которым они продолжают оставаться востребованными.

Люминесцентные лампы работают следующим образом: в них ультрафиолетовое излучение, возникающее после газового разряда, преобразуется в световой поток видимого спектра с помощью люминофорного покрытия, нанесенного на внутренние стенки стеклянной колбы.

Они отличаются невысоким энергопотреблением, однако небезопасны в эксплуатации. Связано это с тем, что за световой поток лампы отвечает ртуть, находящаяся в ее колбе, которая, в случае повреждения последней, может попасть в окружающую среду. Срок службы таких ламп значительно превышает аналогичный параметр ламп накаливания.

Индукционные лампы – это модернизированная люминесцентная лампа. Главное отличие ее от других ламп – это отсутствие электродов накаливания, которые необходимы для зажигания обычных ламп. Свечение происходит благодаря электромагнитной индукции в газе, заполняющем лампу. Для получения светового излучения используется комбинация трех физических процессов – электромагнитной индукции, электрического разряда в газе, свечения люминофора при взаимодействии с газом.

Светодиодные светильники – это самостоятельные устройства, корпус которых уникален и обычно разработан под определенный светодиодный источник освещения.

**Таблица 1** – Сравнительная таблица ламп

Вид лампы	Стоимость, рубли (цена зависит от производителя, мощности и других характеристик)	Продолжительность работы, часы	Потребление электроэнергии, Вт
Лампы накаливания	80–500	до 1000	250
Газоразрядные	120–3500	от 3 000 до 20 000	85
Ксеноновые	400–10000	от 2 800 до 3 000	60
Люминесцентные	300–9000	от 2 000 до 20 000	40
Индукционные	1200–21000	от 60 000 до 150 000	25
Светодиодные	100–2570	от 1 000–60 000	20

Светодиодные прожекторы для уличного стандартного освещения имеют такие технические характеристики:

- их главным достоинством является то, что в них не происходит скачка напряжения, как, скажем, у ламп с газоразрядной смесью;
- средняя продолжительность работы светодиодов – 60 тысяч часов;
- они подходят для экстремальных условий работы. Перепад температур у отдельных моделей может доходить до 40 градусов;
- установка может производиться как на фасад или деревья, так и на столбы, землю или переносные подставки;
- многие модели ламп работают на аккумуляторах – это большой плюс, если требуется полностью автоматическое освещение двора или участка.

Современные источники света активно вытесняют лампы накаливания их схем использования в быту и в других сферах. Их производство сокращается, но все равно традиционные лампы остаются популярными среди многих потребителей.

В таблице 2 приведены технико-экономического обоснования сравнения лампового уличного светильника и светодиодного уличного светильника.

При изначально высокой цене светодиодный светильник (СД) имеет очень короткий

срок окупаемости. Это связано, в первую очередь, с низким электропотреблением и долгим сроком службы энергосберегающего светодиодного светильника. Также светильники типа СД имеют ряд других преимуществ в сравнении с обычными ламповыми светильниками, такие как устойчивость к перепадам напряжения и температуры, хорошая защита от попадания в светильник грязи или воды, небольшой вес, отсутствие затрат на обслуживание в течение всего срока службы и другие.

Уличные фонари утром отключают раньше времени, а вечером включают позже, чем это необходимо. В таблице 3 рассмотрен график режима работы уличного освещения в Донецкой Народной Республике в летнее и зимнее время.

В среднем одна лампа накаливания для уличного освещения потребляет 250 ватт, энергосберегающая лампа потребляет 20 ватт. На дорожном участке 10 километров находится около четырехсот светильников (каждые 25 метров).

В таблице 4 рассчитан расход электроэнергии в летнее и зимнее время при использовании ламп накаливания и энергосберегающих ламп.

Как видно из таблицы 4, при использовании ламп накаливания по сравнению с энергосберегающей лампой потребление выше.

**Таблица 2** – Техничко-экономическое обоснование сравнения лампового уличного светильника и светодиодного уличного светильника

Вид показателя	Ламповый уличный светильник	Светодиодный уличный светильник
Срок службы источника света	до 12 000 часов	до 100 000 часов
Экономия электроэнергии	–	до 90 %
Использование светового потока	65 %	100 %
Затраты на обслуживание	ежегодные	только мытье струей воды
Нагрузка на электросети	высокая	низкая
Специальная утилизация источников света	требуется	не требуется
Устойчивость к перепадам напряжения	слабая	не чувствителен
Стабильность работы при низких температурах	низкая	высокая
Наличие стробоскопического эффекта	есть	нет
Контрастность и цветопередача	низкая	высокая
Экологическая безопасность	нет	полная

**Таблица 3** – График режима работы уличного освещения в Донецкой Народной Республике

Период	Включение света	Выключение света	Продолжительность работы
Летнее время	21:45	4:15	6:30
Зимнее время	19:05	7:15	12:20

**Таблица 4** – Расход электроэнергии в летнее и зимнее время при использовании ламп накаливания и энергосберегающих ламп

Период	Лампы накаливания		Энергосберегающие лампы	
	Потребление э/э на один светильник, кВт	Потребление э/э на весь участок дороги, кВт	Потребление э/э на один светильник, кВт	Потребление э/э на весь участок дороги, кВт
Летнее время	1,625	650,0	0,130	52,0
Зимнее время	3,083	1233,2	0,247	98,8

Внедрение энергосберегающих ламп позволит снизить расходы на электроэнергию в коммунальном хозяйстве.

В России происходит внедрение автоматического освещения на автодорогах. Речь идет о создании масштабного проекта, который включает такие элементы, как энергосберегающие лампы, датчики реагирования на уровень суточной освещенности (свет включается только при необходимости), а также использование солнечных батарей.

Проекты по введению умного автоматического освещения активно развиваются в европейских странах. Так, к примеру, Норвегия с января 2018 года тестирует новую технологию ограниченного освещения на удаленных и менее посещаемых дорогах страны для уменьшения расхода электроэнергии.

На шоссе, связывающим муниципалитет Хоул и Осло, мачты дорожного освещения оснащены радаром, которые фиксируют приближение транспортного средства. После проезда автомобиля освещение снижается до минимальных 20 %. По заявлению администрации муниципалитета Хоул, такая технология позволяет экономить на этом участке дороги порядка 8,4 тыс. кВт/ч ежемесячно.

Программа внедрения автономных систем энергоснабжения уличного освещения на основе использования экономичных светодиодных светильников и солнечных батарей для стимулирования применения методов энергосбережения в

жилищно-коммунальном хозяйстве предусматривает снижение затрат на уличное освещение, увеличение ресурса работы светильников, решение социально-экономических задач в рамках программ развития и модернизации жилищно-коммунальных хозяйств и дорожного освещения.

В дневное время суток солнечные модули (СБ) преобразовывают энергию солнечного света в электроэнергию и накапливают ее в аккумуляторной батарее. В вечернее время датчик автоматически включает светильник. При наступлении светлого времени суток светильник автоматически отключается. Полностью автономные энергосберегающие светильники с солнечными модулями (СБ) рекомендуется использовать для освещения в регионах с повышенной солнечной активностью. Для центральных регионов или в случае необходимости возможно установка гибридной схемы включения (когда светильник работает от солнечной энергии в случае малой солнечной активности аккумулятор не зарядился от солнечных модулей (СБ), он заряжается от сети переменного тока).

Освещение на солнечных батареях работает до 100 000 часов. Пиковая мощность солнечной батареи составляет 40–300 Вт. Так в солнечные дни освещение дорог может до 100 % работать за счет солнечных батарей, снижая потребление и нагрузку в электрических сетях.

В солнечный день энергии достаточно для работы светильника в течение 8–10 часов. При заре в облачный день время работы снижается в

несколько раз. Излишки энергии, накопленные в солнечные дни, сбрасываются в сеть или направляются на питание светофоров или киосков, расположенных поблизости.

### Выводы

Использование солнечных батарей в настоящее время активно применяется во многих странах мира. Такая программа предусматривает снижение затрат на уличное освещение, уве-

личение ресурса работы светильников, решение социально-экономических задач в рамках программ развития и модернизации жилищно-коммунальных хозяйств и дорожного освещения.

Проблема использования ресурсосберегающих технологий в коммунальном хозяйстве приобрела весомое значение, поэтому целесообразным является применение российского опыта использования автономных систем энергоснабжения уличного освещения в Донецкой Народной Республике.

### Литература

1. Using secondary resources: economic aspects [Текст] / Blair T. Bauer, Bernd Wolbeck, John J. S. Govett [et al.] ; ed. David W. Piers, Ingo Walter. Moscow : Ekonomika, 2018. 286 p.
2. Damm, J. An active solar tracking system [Электронный ресурс] / J.Damm // HomeBrew Magazine. 2019. Режим доступа : <https://ru.scribd.com/document/50446530/An-Active-Solar-Tracking-System>.
3. Gay, C. F. Performance advantages of two-axis tracking for large flat-plate photovoltaic energy systems [Электронный ресурс] / G. F. Gay, J. W. Yerkes, J. H. Wilson // Conf. Rec. IEEE Photovoltaic Spec. Conf 16 (27–30 September, 1982, San Diego). 1982. PP. 1368–1371. Режим доступа : <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1982pvsp.conf.1368G>.
4. Агафонова, И. В. Альтернативные источники энергии [Текст] : методические указания / И. В. Агафонова, С. В. Чекмазов. М. : МИИТ, 2017. 29 с.
5. Агафонова, И. В. Гелиоустановки [Текст] : учебное пособие / И. В. Агафонова, А. С. Кравец, М. М. Мурашко ; Московский государственный университет путей сообщения. Москва : МИИТ, 2018. 65 с.
6. Бекман, У. Расчет систем солнечного теплоснабжения [Текст] / У. Бекман, С. Клейн, Дж. М. Даффи. М. : Энергоатомиздат, 2018. 79 с.
7. Ершов, А. А. Солнечная энергетика [Текст] / А. А. Ершов, Г. Я. Умаров. М. : Знание, 2014. 65 с.
8. Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения [Текст] : справочник, в 2 книгах, книга 2 / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев ; под ред. В. Г. Лисиенко. М. : Теплоэнергетик, 2005. 768 с.
9. Тимошкин, С. Е. Солнечная энергетика и солнечные батареи [Текст] / С. Е. Тимошкин. М. : [б. и.], 2016. 347 с.
10. Харченко, Н. В. Индивидуальные солнечные установки [Текст] / Н. В. Харченко. М. : Энергоатомиздат, 2019. 208 с.

### Reference

1. Blair, T. Bauer; Bernd, Wolbeck; John, J. S. Govett; Govett M. H. [et al.]. Using secondary resources: economic aspects [Text] ; ed. David W. Piers, Ingo Walter. Moscow : Ekonomika, 2018. 286 p.
2. Damm, J. An active solar tracking system [Electronic resource]. In: *HomeBrew Magazine*. 2019. Access mode : <https://ru.scribd.com/document/50446530/An-Active-Solar-Tracking-System>.
3. Gay, G. F.; Yerkes, J. W.; Wilson, J. H. Performance advantages of two-axis tracking for large flat-plate photovoltaic energy systems [Electronic resource]. In: *Conf. Rec. IEEE Photovoltaic Spec. Conf 16*. 2018. Access mode : <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1982pvsp.conf.1368G>.
4. Agafonova, I. V.; Chekmazov, S. V. Alternative energy sources [Text] : methodological guidelines. M. : MIIT, 2017. 29 p. (in Russian)
5. Agafonova, I. V. Solar installations [Text] : textbook. Moscow : MIIT, 2018. 65 p. (in Russian)
6. Beckman, W.; Klein, C.; Duffy, J. Calculation of solar heat supply systems [Text]. M. : Energoatomizdat, 2018. 79 p. (in Russian)
7. Ershov, A. A.; Umarov G. Ya. Solar energy [Text]. M. : Znanie, 2014. 65 p. (in Russian)
8. Lisienko, V. G.; Shchelokov Ya. M.; Ladyigichev M. G. Energy saving [Text] : handbook : in 2 books, book 2; ed. V. G. Lisienko. M. : Teploenergetik, 2013. 768 p. (in Russian)
9. Timoshkin, S. E. Solar energy and solar batteries [Text]. Moscow, 2016. 347 p. (in Russian)
10. Kharchenko, N. V. Individual solar installations [Text]. M. : Energoatomizdat, 2019. 208 p. (in Russian)

**Захарченко Дмитрий Александрович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: оценка эффективности инвестиционных проектов; экономическая эффективность мероприятий по энергосбережению.

**Лыкова Валентина Александровна** – магистрант кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве.

**Захарченко Дмитро Олександрович** – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оцінка ефективності інвестиційних проєктів; економічна ефективність заходів з енергозбереження.

**Ликова Валентина Олександрівна** – магістрант кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в житлово-комунальному господарстві.

**Zakharchenko Dmitry** – Ph. D. (Economics), Associate Professor; Economics, Expertise and Property Management Department; Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: evaluation of the effectiveness of investment projects; economic efficiency of energy saving measures.

**Lykova Valentina** – Master's student, the faculty of Economics, Management and Information Systems in Construction and Real Estate, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy saving in housing and communal services.