

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-152-161

УДК 625.7/.8:697.329:662.997

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Востриков А.Г., Подольский Вл.П.

В рамках программ энергосбережения наиболее важным является применение энергии солнца и ветра непосредственно на месте установки уличных светильников, однако и такой вид энергии требует экономного потребления, т.к. всем известно, что солнце это звезда, которая может погаснуть из-за большого расхода ее энергии. Приводится краткая характеристика и анализ по освещению домов, офисов и дорог общего пользования. Рассматриваются как отечественные достижения и открытия, так и зарубежные. Обсуждаются вопросы по применению различных светильников на основе светодиодов, солнечных батарей, пьезогенераторов для повышения освещенности дорог. Предложена идея разумного энергопотребления, чтобы с помощью разработки технологий автомобильная дорога представляла собой позитивную энергию, т.е. чтобы дорога стала поставщиком энергии.

***Ключевые слова:** освещение; солнечная энергия; светодиод; пьезогенератор; автомобильные дороги.*

EVOLUTION OF TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES APPLIED TO LIGHTING AUTOMOBILE ROADS

Vostrikov A.G., Podolsky V.I.P.

In the framework of energy saving programs, the most important is the use of solar and wind energy, however, this type of energy requires the economical use of energy, that is, we all know that this may be a

loss of energy due to the high consumption of its energy. A brief description and analysis of the lighting of homes. Both domestic and foreign achievements are considered. Discusses the use of various lamps based on LEDs, solar panels, piezogenerators to increase the illumination, expensive. The proposed idea of rational energy consumption so that the road becomes real energy.

Keywords: *lighting; solar energy; LED; piezogenerator; highways.*

Введение

В современных условиях интенсивного движения уже немислимы автомобильные дороги без освещения. Освещение автомобильной дороги имеет большое влияние на безопасность дорожного движения [1, с. 59]. На первый взгляд задачи с освещением дорог различного назначения давно уже решены, однако необходимо понимать, что освещение за счет применения электрической энергии является не только экономически невыгодным для человечества, но и затратным мероприятием энергоресурсов.

Материалы и методы исследования

Если говорить про освещение дорог, в частности о светотехнике, как о прикладной науке, то она сейчас переживает очень важный период своего развития, который связан с появлением нового источника света – светодиода. Светильники на основе светодиодов более экономичны, экологичны и обеспечивают большую безопасность движения. Задача российских специалистов состоит в необходимости учесть специфические особенности нового источника света и получить на выходе качественный светильник и качественную осветительную установку [2, с. 20].

В статье В.А. Пионкевича (Иркутский национальный исследовательский технический университет) рассмотрена система автоматизированного проектирования освещения автомобильных дорог Light-In-Night Road, в которой присутствует возможность использовать в качестве подложки спутниковые снимки местности, на которой может быть расположена будущая автодорога, с

целью выполнить расчет новой осветительной установки. Данная возможность позволяет упростить проработку основы для будущего дорожного полотна [3, с. 105].

В последние годы автономные системы освещения на солнечных батареях появляются активно наряду с линиями, имеющими питание от внешних сетей. Как правило, это освещение небольших участков, куда протягивать отдельную питающую линию нецелесообразно. Также необходимо отметить, что с 1995 года в Индии начали реализовывать программу по выработке энергии с помощью ветра. Самый большой оффшорный парк ветрогенераторов London Aagaу располагается в Великобритании в устье Темзы. Электростанция мощностью 630 МВт включает в себя 341 ветроустановку Siemens SWT-3.6. Первый ветряной электрогенератор был разработан в 90-е годы XIX в. в Дании. К 1910 году на территории этой страны функционировало уже несколько сотен мелких установок. Спустя ещё некоторое время промышленность обеспечивала 25% необходимой ей энергии ветровыми генераторами, с общей мощностью 150-200 МВт [4, с. 474]. Известно, что в США находится очень мощная наземная ветряная электростанция Alta Wind Energy Center мощностью 1320 МВт. Ветропарк располагается в Калифорнии, состоит он из 100 турбин General Electric, каждая мощностью по 1,5 МВт [5, с. 37]. Если рассмотреть нашу страну, то Камчатка, Чукотка, Якутия, Сахалин, Магаданская область, Бурятия и другие удалённые от основных энергопотоков страны, являются наиболее «богатými на ветер». Россия, обладая огромной территорией, несомненно имеет самый мощный потенциал в мире ветровой энергии, который оценивается в 260 млрд кВт/ч электрической энергии в год (около 30% от существующего на данный момент производства электрической энергии всеми электростанциями страны). В 2002 году в Калининградской области был построен самый крупный ветропарк в России, который называется Куликовской (Зеленоградской) ветряной электростанцией. Состоит из 20 агрегатов по 225 кВт, полученных от компании SEAS Energi Service A. S. в качестве гранта правительства Дании [6, с. 55].

Требования к яркости, освещенности и равномерности распределения яркости наружного электроосвещения на автомобильных дорогах могут достигаться также различными конструктивными решениями. Различия в конструкциях, в местоположении на автомобильной дороге требует использования разных технологий, а также машин для выполнения работ по содержанию и различную организацию движения в местах производства работ.

Обсуждение

Энергетический переход заставляет по-новому оценить все составляющие автомобильной дороги: технологическую, экологическую и социально-экономическую. Основные цели энергетического перехода связаны с четырьмя главными проблемами, включая энергетическую эффективность, возобновляемые виды энергии, новые технологии и др. Идея дорожного покрытия, вырабатывающего электричество, существует уже давно и является актуальной, но пока имеет ряд недостатков и не дает тех результатов, которые ждет все человечество. Суть ее состоит в том, что под асфальт на автобан или под рельсы на железной дороге на определенном расстоянии друг от друга устанавливаются генераторы, способные превращать энергию давления проезжающего транспорта в электроэнергию. Эти генераторы работают по пьезопринципу. В случае «дорожного» генератора тем самым внешним воздействием оказывается сила, с которой автомобиль давит на покрытие шоссе. По расчетам исследователей, наиболее эффективным является давление, создаваемое машиной, едущей со скоростью пять-десять километров в час, что является большим недостатком, т.к. такая скорость присуща только автомобилям, ползущим по пробкам. Тем не менее, разработчики надеются разработать такие генераторы, которые смогут вырабатывать достаточное количество электроэнергии и на свободной дороге.

Первый эксперимент по подобному использованию автодороги был осуществлен в Окленде (Новая Зеландия). Однако он окончился неудачей – для выработки альтернативной энергии было затра-

чено много традиционного топлива. Американские разработчики попытались ликвидировать этот недостаток, поставив под покрытие пьезоэлектрические генераторы. Причем в качестве основного элемента в них предполагается использовать нановолокна из полимера *поливинилиденфторида*. В экспериментах было показано, что в устройствах с подобной «начинкой» эффективность преобразования энергии доходила до 21,8 процента (это очень высокий показатель), обычно такая эффективность не дотягивает и до десяти процентов [7, с. 105].

Итак, похоже, ученые не только нашли способ вырабатывать дешевую безопасную электроэнергию, но и наконец-то ответили на вопрос, что же делать с автомобильными пробками. Ничего не надо с ними делать. Пускай послужат людям, снабжая их необходимой электроэнергией [8, с. 148].

В настоящее время известно, что несколько корпораций по всему миру уже объявили о разработке и выпуске первых элементов пьезоэлектрического покрытия. Например: *PavegenSystems* – разработчик, который продвинулся в создании «умных напольных плит» дальше всех. Одна плитка *Pavegen* генерирует 4 Вт энергии при каждом шаге. В целом подсчитано, что 12 плиток, установленных на лондонской станции метро *Вест-Хэм*, за день вырабатывают столько электроэнергии, что ее хватает для освещения станции на протяжении ночи. Лондонские власти уже применяют их в школах и на вокзалах, где плитка является источником электроэнергии для светодиодных ламп [9, с. 20].

Отметим, что применение современных комплексных подходов к экономии энергоресурсов актуально не только с целью экономии денежных средств, но и в экологических аспектах. В работах [10, с. 200; 11, с. 172] для проектирования систем электроснабжения широко применяются современные информационные технологии. В частности, с развитием смарт технологий есть возможность реализовать все это для получения экономии электрической энергии в освещении, путем применения комплекса *SHS-RICSD*. Существует возможность управлять оборудованием из любой точки,

где есть Интернет. Безопасность и разграничение права доступа обеспечиваются системой паролей.

Следует отметить, что вопросом по выработке энергии с помощью пьезогенераторов в России занимается профессор Тимофей Лупейко, который разработал прибор, способный от низкочастотной вибрации вырабатывать электроэнергию мощностью до десяти ватт за одну генерацию. Это шаг к разработке пьезогенераторов, имеющих большой срок службы и способных вырабатывать, например, альтернативную энергию для освещения труднодоступной местности. В Израиле уже пробовали встраивать под дорожное полотно пьезоэлементы, но пока это пробные эксперименты и стоимость такой энергии в 5–7 раз выше стоимости энергии, получаемой от ТЭЦ [12, с. 96].

Заключение

История развития электрического освещения в данной работе озвучена далеко не полностью. Необходимо отметить, что в Российской Федерации и за рубежом по вопросу различных источников энергии, энергетика находится ещё в начальной стадии – зарождения, нормативная база по данному вопросу крайне мала, а непосредственно по использованию данных источников энергии для обеспечения нужд автомобильных дорог – отсутствует.

Список литературы

1. Павлова А. И. Использование альтернативных источников энергии для освещения опасных участков автомобильных дорог // Молодой ученый. 2015. №20. С. 58–61.
2. Востриков А.Г., Подольский Вл. П. Современные взгляды на освещение автомобильных дорог // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2019 г., г. Уфа. НИЦ Аэтерна. С. 19–21.
3. Энергосберегающий проект освещения автомобильной дороги. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road

- lighting lamp. Zhang Hang, Chen Guofu, Kaiwei. Zhaoming gongcheng xuebao = China Pium. Eng. J. 2015. N6, pp. 103–107.
4. Бердиев Г. И., Мусурмонкулов М. У. Горизонты использования альтернативных источников энергии // Молодой ученый. 2014. №4. С. 473–475.
 5. Тарасов А.С. Возможности развития ветроэнергетики как альтернативного источника энергии в России. // Технические науки - от теории к практике. 2014. №32. С. 35–41.
 6. Андриенко В.В. Альтернативная энергетика России // Здания высоких технологий. 2014, весна. С. 50–57.
 7. Петренко Д.А., Субботин С.А. BIM - решения «ИндорСофт» для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2 (5). С. 100-107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15.
 8. Пионкевич В.А. Разработка и исследование модели для выполнения светотехнического расчета освещения автомобильных дорог в комплексе Light-In-Night Road // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20. № 10. С. 142 - 153. DOI: 10.21285/1814-3520-2016-10-142-153.
 9. Скворцов А.М. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С.16-23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2.
 10. Левин М.А., Подшивалов Р.С. Энергия ветра – как источник питания для бытовых и технических нужд // Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Павлова, Саратов, 2012. С. 198–2011.
 11. Маркин И.М., Левин М.А. Применение современных энергосберегающих систем управления уличным освещением // Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Под редакцией В. А. Трушкина, Саратов: ООО «ЦеСАин» 2017. С. 171–174.
 12. Овчинников М.А., Вершаков А.А. Проектирование развязок в программном комплексе «ТопоматикRobur» // САПР и ГИС ав-

томобильных дорог. 2015. № 2 (5). С. 94–98. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.14

References

1. Pavlova A.I. Ispol'zovaniye al'ternativnykh istochnikov energii dlya osveshcheniya opasnykh uchastkov avtomobil'nykh dorog [Use of alternative energy sources for illumination of dangerous sections of highways]. *Molodoy uchenyy*. 2015. №20, pp. 58–61.
2. Vostrikov A.G., Podol'skiy V.I. P. Sovremennyye vzglyady na osveshcheniye avtomobil'nykh dorog [Modern views on road lighting]. *Nauchnyye issledovaniya vysshey shkoly po prioritetnym napravleniyam nauki i tekhniki. Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2019, g. Ufa. NITS Aeterna, pp.19–21.
3. Energosberegayushchiy proyekt osveshcheniya avtomobil'noy dorogi. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road lighting lamp. Zhang Hang, Chen Guofu, Svshch Kaiwei. Zhaoming gongcheng xuebao [Energy-saving road lighting project. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road lighting lamp.]. *China Illum. Eng. J.* 2015. N6, pp. 103–107.
4. Berdiyev G.I., Musurmonkulov M.U. Gorizonty ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii [Horizons of using alternative energy sources]. *Molodoy uchenyy*. 2014. №4, pp. 473–475.
5. Tarasov A.S. Vozmozhnosti razvitiya vetroenergetiki kak al'ternativnogo istochnika energii v Rossii. [Possibilities of wind energy development as an alternative energy source in Russia]. *Tekhnicheskkiye nauki – ot teorii k praktike*. 2014. №32, pp. 35–41.
6. Andriyenko V.V. Al'ternativnaya energetika Rossii. [Alternative energy in Russia]. *Zdaniya vysokikh tekhnologiy*. 2014, pp. 50–57.
7. Petrenko D.A., Subbotin S.A. VIM – resheniya «IndorSoft» dlya proyektirovaniya i ekspluatatsii avtomobil'nykh dorog [BIM – IndorSoft solutions for the design and operation of highways]. *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2015. № 2 (5), pp. 100–107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15
8. Pionkevich V.A. Razrabotka i issledovaniye modeli dlya vypolneniya svetotekhnicheskogo rascheta osveshcheniya avtomobil'nykh

- dorog v komplekse Light-In-Night Road [Development and study of a model for performing the lighting calculation of road lighting in the Light-In-Night Road complex]. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2016. T. 20. № 10. pp. 142–153. DOI: 10.21285/1814-3520-2016-10-142-153.
9. Skvortsov A.M. Modeli dannykh BIM dlya infrastruktury [BIM Data Models for Infrastructure // CAD and GIS for Highways]. SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog. 2015. № 1(4). pp. 16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2.
 10. Levin M.A., Podshivalov R.S. Energiya vetra – kak istochnik pitaniya dlya bytovykh i tekhnicheskikh nuzhd [Wind energy as a power source for household and technical needs]. Aktual'nyye problemy energetiki APK Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaktsiyey A.V. Pavlova, Saratov, 2012, pp. 198–2011.
 11. Markin I.M., Levin M.A. Primeneniye sovremennykh energosberegayushchikh sistem upravleniya ulichnym osveshcheniyem [Application of modern energy-saving control systems for street lighting]. Aktual'nyye problemy energetiki APK Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaktsiyey V. A. Trushkina, Saratov: OOO «TseSAin» 2017, pp. 171–174.
 12. Ovchinnikov M.A., Vershakov A.A. Proyektirovaniye razvyazok v programmnom komplekse «TopomatikRobur» [Design of interchanges in the software package “TopomaticRobur”]. SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog. 2015. № 2 (5). pp. 94–98. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.14.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Востриков Александр Геннадьевич, аспирант кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Российская Федерация
vostr95@mail.ru

Подольский Владислав Петрович, доктор техн. наук, проф. кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vostrikov Alexander Gennadievich, post-graduate student of the Department of Construction and Operation of Highways
Voronezh State Technical University
14, Moskovsky prospect, Voronezh, 394026, Russian Federation
vostr95@mail.ru

Podolsky Vladislav Petrovich, Doctor of Engineering sciences, prof. Department of Construction and Operation of Highways
Voronezh State Technical University
14, Moskovsky prospect, Voronezh, 394026, Russian Federation