

DOI <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2026-26-1-4>

УДК 621.3

О. Ю. Юрченко, PhD, доц.

ORCID: 0000-0002-3047-6654

Г. В. Барсукова, канд. техн. наук, доц.

ORCID: 0000-0002-4261-2182

Сумський національний аграрний університет

e-mail: aleksyurchenko110917@gmail.com

## ДО ПИТАНЬ АВТОНОМНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

*Анотація.* Сонячні електростанції на сьогодні є найбільш поширеними джерелами електричної енергії серед відновлюваної енергетики. Використання таких установок для здійснення автоматизованого освітлення на проїжджій частині є одним із прикладів використання систем альтернативної енергетики керівництвом держави з метою покращення рівня життя громадян, безпеки та умов користування дорогами загального призначення. У цій роботі здійснено аналіз функціонування систем сонячної енергетики на проїжджій частині Роменського району, що є класичним прикладом реалізації програми щодо переходу на відновлювані джерела енергії. Проаналізовано структуру системи альтернативної енергетики та указано періоди функціонування її окремих елементів протягом однієї доби. Підкреслено функціонування світлофора у вигляді жовтого мигаючого сигналу виключно в цілях привертання уваги всіх учасників дорожнього руху з метою покращення їхнього рівня безпеки. Спрогнозовано напрям подальших досліджень у цій галузі.

*Ключові слова:* сонячні електростанції, альтернативна енергетика, опори, світильники, світлофор, електрична енергія, безпека.

*Постановка проблеми.* Покращення умов користування громадян дорогами загального користування має власне продовження в різних аспектах. Внаслідок програми «Велике будівництво» 2020 року, ініційованої Президентом України, велика частина територій України піддалася реконструкції. Стосується це як адміністративних будівель, а також пам'яток архітектури та культурних місць, так і доріг загального користування. Електрифікація місць для відпочинку, зупинок, розворотів за класичним для себе способом до цього або не здійснювалася, особливо у віддалених місцях від районних або селищних центрів, або здійснювалася за рахунок ліній електропередачі від живлячих трансформаторних підстанцій.

Сучасний підхід до виконання електромонтажних робіт та електрифікації під час реалізації указаної програми показав ефективні рішення щодо електропостачання освітлювальних установок у місцях зупинок, пішохідних переходів, місць для розворотів, на границі між кількома населеними пунктами тощо. Такі рішення стосуються використання сонячних панелей як автономного джерела живлення для споживачів.

Серед багатьох переваг використання такого способу електрифікації освітлювальних установок виділимо:

- автономність;
- безпечність;
- надійність;
- економію в матеріалах та роботах, порівнюючи з класичним способом електрифікації;
- енергетичну незалежність;
- довговічність служби;
- автоматизовану систему роботи освітлювальної установки;
- сучасний рівень комфорту для громадян;
- естетичність конструкції та системи загалом.



Це дослідження спрямоване на продовження дослідження [1], виконуваного групою авторів та спрямованого на визначення концентрації таких сонячних електростанцій на проміжку одного районного центру, що є сполучним між двома областями. Доцільним є аналіз конструкції таких систем електропостачання та загальний вид функціонування їх у світлу та темну пори доби.

*Аналіз останніх досліджень.* Повне використання ресурсів сонячної енергії по всьому проміжку доріг є ефективним методом для вирішення проблем, пов'язаних з нестачею енергії у транспорті. Ключем до цього є точна оцінка ресурсів сонячної енергії, що забезпечує обґрунтування оптимального розташування дорожніх фотоелектричних проєктів. Проте визначення доступності ресурсів сонячної енергії у дорожніх зонах до планування коридору маршруту залишається складним. Для вирішення цієї проблеми у цій статті було розроблено стандартизований метод [2]. Результати, отримані в роботі [2], мають продовження як матеріал проєктів дорожніх фотоелектричних систем та вибору місця для коридорів маршрутів по всьому світу. Це сприятиме інтеграції транспорту та енергетики у майбутньому.

Цитуючи фрагменти з роботи [2], можна вказати, що такі дослідження є корисними для визначення оптимальних місць для сонячних установок у районах, що не використовуються поблизу автомагістралей. Однак розташування наявної автомагістралі визначено, а доступність ресурсів сонячної енергії в зоні дороги може бути обмежена. Тому в нових проєктах встановлення фотоелектричних установок на дорогах, якщо на етапі планування оцінюються ресурси сонячної енергії регіону і вибирається коридор маршруту з найкращою доступністю ресурсів сонячної енергії, це допоможе максимально використовувати сонячну енергію в зоні дороги. Групою авторів роботи [2] підкреслено, що, як і раніше, спостерігається нестача досліджень з оцінки ресурсів сонячної енергії до планування коридору маршруту.

Електрифікація мобільності вважається перспективним рішенням для ефективного скорочення викидів CO<sub>2</sub> у міських районах. Широко визнано, що зміну клімату можна ефективно пом'якшити за рахунок використання способу переходу від викопного палива до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) [3]. Тому в роботі [4] представлено модель для оптимального проєктування вуличного сонячного освітлення з урахуванням таких факторів, як ширина вулиці, необхідна середня освітленість, сонячна радіація, характеристики світильників тощо.

Ціль дослідження [4] полягала в тому, аби досягти стійкої установки, яка забезпечуватиме адекватні рівні освітленості. Модель оптимізації розподілу опор, висоти світильників, смності акумулятора та потужності сонячних панелей звела дослідження до віддачі пріоритету комплексному підходу над індивідуальним. Хоча вона застосована у всьому світі, дослідження [4] підтвердило її ефективність, показавши, що зниження потужності світильників не завжди призводить до зниження загального споживання енергії чи витрат. Її ключове нововведення полягає в інтеграції освітлення та відновлюваної енергії в єдиний процес розрахунку, на відміну від традиційних методів, які спочатку проєктують встановлення освітлення, а потім окремо розраховують вимоги до акумулятора та фотоелектричного модуля.

Використання гібридної системи відновлюваної енергії має великі перспективи для сталої електрифікації та підтримки країн у досягненні їхньої мети доступу до енергії [5]. Сонячна фотоелектрична система відома як одна з найвидатніших нових систем відновлюваної енергії для досягнення будівлі з майже нульовим споживанням енергії [6]. Клімат виявляється найважливішим критерієм, оскільки визначає потенційне виробництво електроенергії певним фотоелектричним полем [7]. У дослідженні [8] проведено оцінку можливості використання сонячних тротуарів як стійкого виробника енергії для подачі електроенергії. Натепер використання відновлюваних джерел енергії відіграє важливу роль у майбутньому декарбонізованому енергопостачанні для різних застосувань, таких як тепло, електрика, транспорт та безпека. Тому робота [8] була проведена з метою оцінки можливості впровадження сонячного покриття



для подачі електроенергії від сонця на поверхню дороги для полегшення транспортування та підвищення безпеки на дорогах.

*Формулювання мети статті.* Метою цієї роботи є аналіз конструкції та принципу функціонування систем альтернативної енергетики на дорогах загального користування Роменського району Сумської області. Це дослідження є продовженням дослідження [1], де було здійснено аналіз поширеності таких систем в указаному районі.

Серед основних завдань, які виконано впродовж здійснення дослідження, наявні:

- аналіз конструкції систем сонячної енергетики;
- переваги застосування багатогранних опор;
- аналіз функціонування окремих елементів установок за періодами протяжністю в 1 добу;
- спрогнозовано напрям подальших досліджень указаних систем альтернативної енергетики та освітлювальних установок, що працюють з живленням від них.

*Основна частина.* Ще з початку 2010-х років уздовж деяких ділянок закордонних швидкісних автомагістралей для вироблення електроенергії були побудовані фотоелектричні електростанції за рахунок державних або приватних коштів, але оскільки національним автомагістралям не дозволялося аналізувати потенціали генерації сонячної енергії на основі закону або національних стандартів, авторами [9] було виявлено бажання встановити нові критерії щодо створення сонячної енергії на національних автомагістралях. Вибір відповідних місць є найважливішим кроком для розгортання фотоелектричних панелей для максимізації вихідної потужності, що генерується, у разі мінімізації витрат на проєкт [10].

Функціонування сонячних панелей на дорогах загального користування здійснюється у відповідності до представленої програми, згаданої в постановці проблеми до цього дослідження. Використання сонячних електростанцій здійснюється, головним чином, на пішохідних переходах, місцях стоянки, розвороту транспортних засобів. Аналізуючи місця пішохідних переходів, обладнаних такими установками, виокремлюється підхід у встановленні двох сонячних електростанцій по кожному боку проїжджої частини окремо. Від них здійснюється живлення світильників з метою освітлення території поруч, а також функціонування світлофорів, що працюють у мигаючому режимі з метою покращення рівня безпеки для учасників дорожнього руху шляхом привертання їхньої уваги.

Монтаж сонячних панелей указаних систем електрифікації окремих місць на проїжджій частині виконано на металевих багатогранних опорах. Закріплення таких опор відбувається болтовими з'єднаннями до встановлених на поверхні землі основ. Серед основних переваг використання таких опор слід виокремити стійкість до корозії і атмосферних впливів. За рахунок цього забезпечується тривалий термін служби опор. Це є досить актуальним особливо для умов сільської місцевості з точки зору досить довгого періоду служби опор без їх заміни, а також сучасного енергоефективного підходу в будівництві за європейськими стандартами. Сучасний дизайн виконання опор також властивий підходу вимог інженерії цього часу.

Конструкцію представлених у цьому дослідженні опор із сонячними електростанціями є можливість показати нижче, на рис. 2.

Представлена на рис. 2 конструкція опори із сонячними панелями є класичною для більшості встановлених систем у досліджуваному районі. Автономність її роботи забезпечується використанням сучасних технологічних рішень, що базуються на автоматизації процесів керування освітленням.

Виконання систем із забезпечення електричною енергією автономного споживача в досліджуваному районі реалізовано використанням двох сонячних панелей та є класичним для всіх установок на проміжку руху.



**Рис. 1.** Сонячні електростанції на дорогах загального користування с. Бобрик, Сумська область

Функціонування представлених систем відбувається повний період доби. Особливо важливим є виокремлення графіка роботи таких елементів, як сонячні панелі та світлофор і світильники. Якщо розглядати такі структурні елементи цілісної установки, то функціонування сонячних панелей відбувається у світлу пору доби за досить високого ступеня освітленості. В хмарну погоду виробіток електричної енергії панелями є досить низьким, що властиво всім електростанціям такого типу. Світильники на таких установках здатні працювати в повному автономному режимі. Засоби автоматизації з настанням сутінок забезпечують вмикання світильників, чим здійснюється освітлення проїжджої частини та прилеглої території. Світлофор працює в штатному режимі як у період світлового дня, так і у разі настання сутінок. Необхідно виокремити, що такий структурний елемент установки працює виключно в режимі мигання жовтого кольору, привертаючи до себе увагу водіїв транспортних засобів та пішоходів, покращуючи рівень безпеки для кожного з них. Нижче, на рис. 3, представлено приклади функціонування сонячних електростанцій, що працюють, віддаючи електричну енергію споживачеві шляхом роботи світильників та світлофора у мигаючому стані.

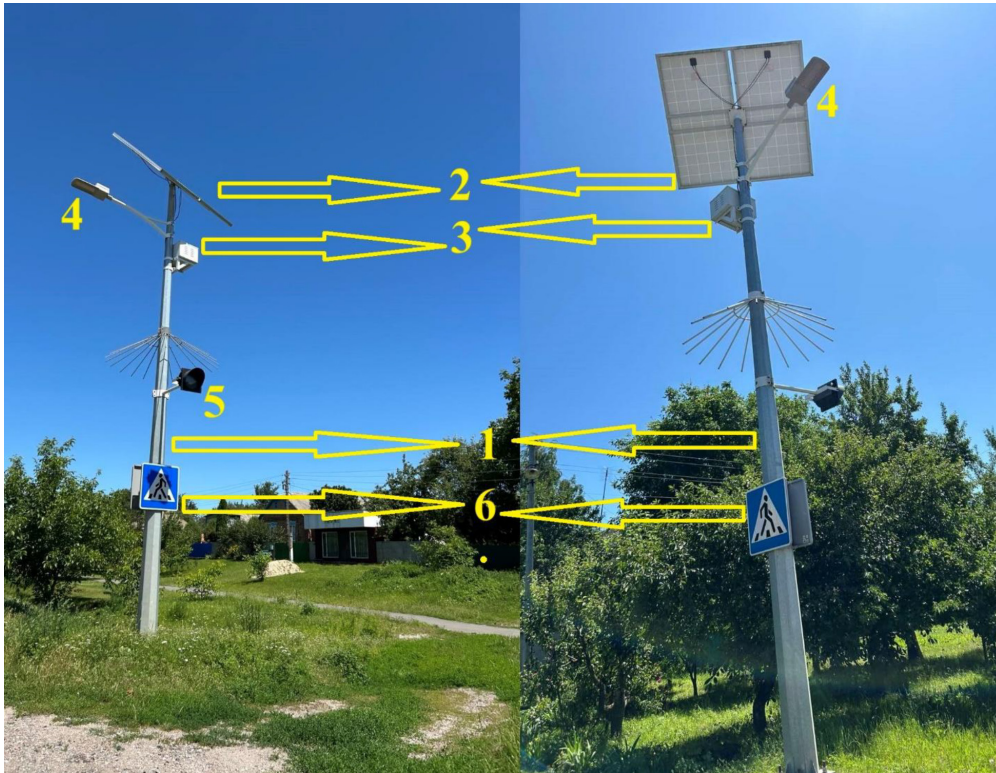


Рис. 2. Структура сонячних електростанцій на металевих багатограних опорах:  
1 – опора, 2 – сонячні панелі, 3 – щит з електроустаткуванням, 4 – світильники, 5 – світлофор,  
6 – знак пішохідного переходу



Рис. 3. Функціонування сонячних електростанцій у темну пору доби

Таким чином, сучасний підхід до забезпечення потреб споживачів у якісних умовах життя реалізується різними способами. В цьому випадку сучасне технологічне рішення дає можливість автономного функціонування освітлювальних установок, працюючих в автоматичному режимі керування на відновлюваних джерелах енергії.

**Висновки.** Використання представлених у роботі сонячних електростанцій дає можливість автономного та енергонезалежного здійснення необхідних заходів щодо покращення умов для громадян шляхом забезпечення необхідного рівня безпеки на проїжджій частині. Крім того, покращення умов праці та користування дорогами загального користування має своє продовження у виконанні стратегії з розвитку міст та сіл. Окремо від цього необхідним є виокремлення енергетичної незалежності та простоти конструкції з попередньо необхідними монтажними роботами для таких установок на дорогах загального користування. Особливо важливим це є в місцях, віддалених від живлячих трансформаторних підстанцій, а також з метою безпеки для громадян.

Наостанок необхідно підкреслити, що майбутні дослідження в цій галузі необхідно спрямувати на визначення ступеня освітленості, що забезпечується такими системами у відповідності до діючих нормативів для місць на проїжджій частині, таких як місця для розворотів, стоянок, зупинок та пішохідних переходів.

### Список використаних джерел

1. Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В., Чепіжний А. В., Івченко О. В. Сонячні електростанції на дорогах загального користування як шлях до покращення екологічної безпеки. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Механізація та автоматизація виробничих процесів*, 2025 (2), 75–80. DOI: <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.2.12>
2. Jiang W., Zhang S., Wang T., Zhang Y., Sha A., Xiao J., Yuan D. Evaluation method for the availability of solar energy resources in road areas before route corridor planning. *Applied Energy*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122260>
3. Javanmardi K., Hernández P., Oregi X. From rooftops to roads: Bilbao's geospatial solar and EV fusion. *Sustainable Cities and Society*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105290>
4. Rabaza O., Pérez-Ocón F., Aznar-Dols F., Gómez-Lorente D. Development of a comprehensive model for the design of photovoltaic solar public lighting systems in rural and urban areas. *Cleaner Engineering and Technology*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.101012>
5. Elkadeem M. R., Younes A., Sharshir S. W., Campana P. E., Wang S. Sustainable siting and design optimization of hybrid renewable energy system: A geospatial multi-criteria analysis. *Applied Energy*, 2021, 295, 117071. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117071>
6. Hong T., Lee M., Koo C., Jeong K., Kim J. Development of a method for estimating the rooftop solar photovoltaic (PV) potential by analyzing the available rooftop area using Hillshade analysis. *Applied Energy*, 2017, 194, 320–332. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.001>
7. Tahri M., Hakdaoui M., Maanan M. The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 51, 2015, 1354–1362. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.054>
8. Dezfooli A. S., Nejad F. M., Zakeri H., Kazemifard S. Solar pavement: A new emerging technology. *Solar Energy*, 149, 2017, 272–284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.04.016>
9. Kim S., Lee Y., Moon H. Siting criteria and feasibility analysis for PV power generation projects using road facilities. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 81, 2018, 3061–3069. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.067>
10. Jung J., Han S., Kim B. Digital numerical map-oriented estimation of solar energy potential for site selection of photovoltaic solar panels on national highway slopes. *Applied Energy*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.03.101>

Дата першого надходження статті до видання: 08.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)





**O. Yurchenko, H. Barsukova**  
*Sumy National Agrarian University*

## ON THE ISSUES OF AUTONOMOUS SOLAR POWER PLANTS ON PUBLIC ROADS

### *Summary*

Improving the standard of living for a person is an important element in his development. Modern technologies make it possible to use various methods to achieve these goals. The state and its leadership implement various programs. An example of this is the installation of alternative energy systems, which are described in this work. Solar power plants are currently the most common sources of electricity among renewable energy sources. The use of such installations for automated lighting on the roadway is one of the examples of the use of alternative energy systems by the state leadership in order to improve the standard of living of citizens, safety and conditions for using public roads. This work analyzes the functioning of solar energy systems on the roadway of the Romny district, which is a classic example of the implementation of the program for the transition to renewable energy sources. The structure of the alternative energy system is analyzed and the periods of operation of its individual elements during one day are indicated. The functioning of a traffic light in the form of a yellow flashing signal is emphasized solely for the purpose of attracting the attention of all road users in order to improve their level of safety. The direction of further research in this field is predicted for a broader study of such systems on public roads. The use of solar power plants presented in the work allows for autonomous and energy-independent implementation of the necessary measures to improve conditions for citizens by ensuring the necessary level of safety on the roadway. In addition, improving working conditions and using public roads has its continuation in the implementation of the strategy for the development of cities and villages. In addition, it is necessary to highlight energy independence and simplicity of design with preliminary installation work for such installations on public roads. This is especially important in places remote from power transformer substations, as well as for the purpose of safety for citizens.

**Keywords:** solar power plants, alternative energy, supports, lamps, traffic light, electric energy, safety.