

УДК 528.4+528.88

DOI: 10.25140/2411-5363-2021-2(24)-257-264

*Сергій Лашко, Інна Шелковська, Павло Міхно, Валентин Козарь***ГЕОДЕЗИЧНИЙ І ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ, ВІДВЕДЕНИХ ПІД СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

*Розглянуто сучасний стан землекористувань об'єктів, що здійснюють діяльність у галузі сонячної енергетики, як складової частини ринку електроенергії на регіональному рівні. За уточненими даними проаналізовано розподіл земельних ділянок діючих сонячних електростанцій за кількістю та площами в межах Кіровоградської області. Оцінено за 14 критеріями вимоги щодо надання у користування земельних ділянок для встановлення сонячних електростанцій. Відповідність відведених земель вимогам для розміщення підприємств альтернативної енергетики підтверджена. Для оцінки критеріїв використані дані дистанційного зондування Землі. Також проаналізовано наявність на території Кіровоградської області пунктів Державної геодезичної мережі для встановлення на місцевості меж земельних ділянок. Отримані результати оцінки придатності земель можуть бути використані для підвищення привабливості сектору сонячної енергетики Кіровоградської області.*

**Ключові слова:** землекористування; геодезичний моніторинг; геодезичний пункт; дистанційний моніторинг; оцінка придатності земель.

*Рис.: 3. Бібл.: 10.*

**Актуальність теми дослідження.** Підтримуючи загальносвітові тренди збільшення частки відновлювальних джерел енергії у виробництві електроенергії та маючи вигідне географічне розташування, Україна, і Кіровоградська область зокрема, характеризуються значним потенціалом для створення енергоефективної економіки. Разом з тим, відсутність достовірної інформації щодо розподілу земель під об'єктами, що здійснюють діяльність в галузі сонячної енергетики, суттєво ускладнює оцінку ефективності впровадження новітніх проєктів у межах Кіровоградської області, в тому числі й питань раціонального землекористування. Тому нагальним є проведення за різними технологіями моніторингу земель, відведених під об'єкти сонячної енергетики.

**Постановка проблеми.** Встановлені особливості використання земель сонячної енергетики на регіональному рівні, вибір критеріїв та оцінка придатності земельних ділянок під розміщення наземних фотоелектричних установок слугуватимуть базовою інформацією для прийняття управлінських рішень щодо раціонального використання земельних ресурсів. Методологічною основою цієї роботи є методи порівнянь, аналізу та узагальнення попередніх досліджень у сфері землеустрою, кадастру та енергетики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З розвитком в Україні альтернативної енергетики пріоритетними є загальне оцінювання енергоефективності промислових регіонів, сільського і житлового господарства [1], багатокритеріальна (об'єднана) оцінка вже наявної інформації про сонячну радіацію та низку географічних і соціально-економічних факторів (ухили рельєфу, використання земель, розміри міст, розподіл населення, близькість створених електромереж тощо) [2], а також складання карт придатності земель для фотоелектричних електростанцій за космічними знімками з високою роздільною здатністю. Вибір індикаторів для оцінки і моніторингу енергетично привабливих ландшафтів описаний у роботі [3]. За основу прийнята концептуальна структура моніторингу DPSIR (driving force – pressure – state – impact – response), що оперує набором базових понять. Driving force (рушійна сила, стимуляція) – антропогенна діяльність, яка здійснює навантаження (pressure) на навколишнє середовище, що призводить до змін в його стані (state). У свою чергу, ці зміни (impact) впливають на навколишнє середовище, і виникає необхідність реагування (response) на зміни, з розробкою комплексу заходів щодо нормалізації ситуації.

Подібна оцінка територій у середовищі ГІС проведена у Північній Італії – стосовно впливу правових обмежень на будівництво нових наземних сонячних установок [4]. Система підтримки прийняття рішень для вибору оптимальних земельних ділянок під розміщення фотоелектричних електростанцій описана у праці [5]. Ця система враховує як кліматично-географічні, так і екологічні фактори.

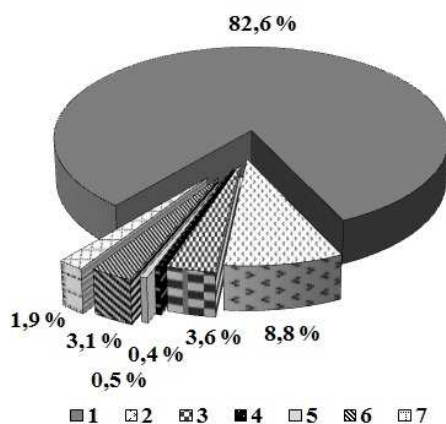
**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Моніторинг земель, що відведені під сонячні електростанції, потребує наповнення бази геопросторових даних моніторингу, і має враховувати основні вимоги комплексу міжнародних стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформатика/геоматика» [6]. Утім, більшість реальних рішень приймається на основі неповної інформації. Це вимагає розробки каталогів об'єктів для моніторингу і послідовності процесу збору значень (характеристик), починаючи з даних попередніх спостережень [7].

Питання моніторингу земель, відведених під сонячні електростанції, недостатньо висвітлені в літературних джерелах. А саме такі дослідження сприятимуть створенню наповненої бази геопросторових даних, яка буде корисною під час вибору найбільш оптимального розміщення нових об'єктів сонячної енергетики.

**Метою роботи** є дослідження землекористувань альтернативної енергетики в секторі сонячних електростанцій (СЕС) на регіональному рівні шляхом оцінки придатності відведених земель для цілей сонячної енергетики.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» (№ 2480-VI, редакція від 01.01.2019 р.) до земель енергогенеруючих підприємств альтернативної енергетики відносяться земельні ділянки, надані для розміщення, будівництва та експлуатації об'єктів з виробництва електричної та теплової енергії – малих гідроелектростанцій, вітроелектростанцій, електростанцій з використанням енергії сонця, геотермальних електростанцій, біоелектростанцій та електростанцій з використання інших відновлювальних джерел отримання електроенергії. За даними [8] на території Кіровоградської області спостерігається нерівномірність споживання електроенергії як за групами споживачів, так і в розрізі адміністративних районів. Найбільш енергоємними є Кропивницький (26,1 %), Новоукраїнський (10,5 %) і Голованівський (10,1 %) райони.

У Кіровоградській області, як і в Україні загалом, існують сприятливі умови для розвитку сонячної енергетики. Загальна площа Кіровоградської області становить 2458,8 тис. га, що становить 4,07 % від території України. Кіровоградська область входить до Придніпровського економічного району та за структурою економіки є індустріально-аграрною. Розподіл земель області за цільовим призначенням такий: сільськогосподарські землі – 2032,2 тис. га, або 82,65 %; ліси та інші лісовкриті площі – 189,1 тис. га, або 7,69 %; забудовані землі – 89,6 тис. га, або 3,64 %; землі водного фонду – 76,9 тис. га, або 3,13 %; відкриті заболочені землі – 10,6 тис. га, або 0,43 %; відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом – 13,2 тис. га, або 0,54 %; інші землі – 47,2 тис. га, або 1,92 % (рис. 1).



*Рис. 1. Структура земельного фонду Кіровоградської області:  
1 – сільськогосподарські землі; 2 – лісовкриті площі; 3 – забудовані землі;  
4 – землі водного фонду; 5 – відкриті заболочені землі;  
6 – відкриті землі без рослинного покриву; 7 – інші землі*

Діючі СЕС (51 об'єкт сонячної енергетики) розміщені на території 17 адміністративно-територіальних утворень області (дані щодо Голованівського, Компаніївського, Онуфріївського та Устинівського районах поки що відсутні). Розподіл ділянок, відведених під об'єкти сонячної енергетики, є нерівномірним (рис. 2).

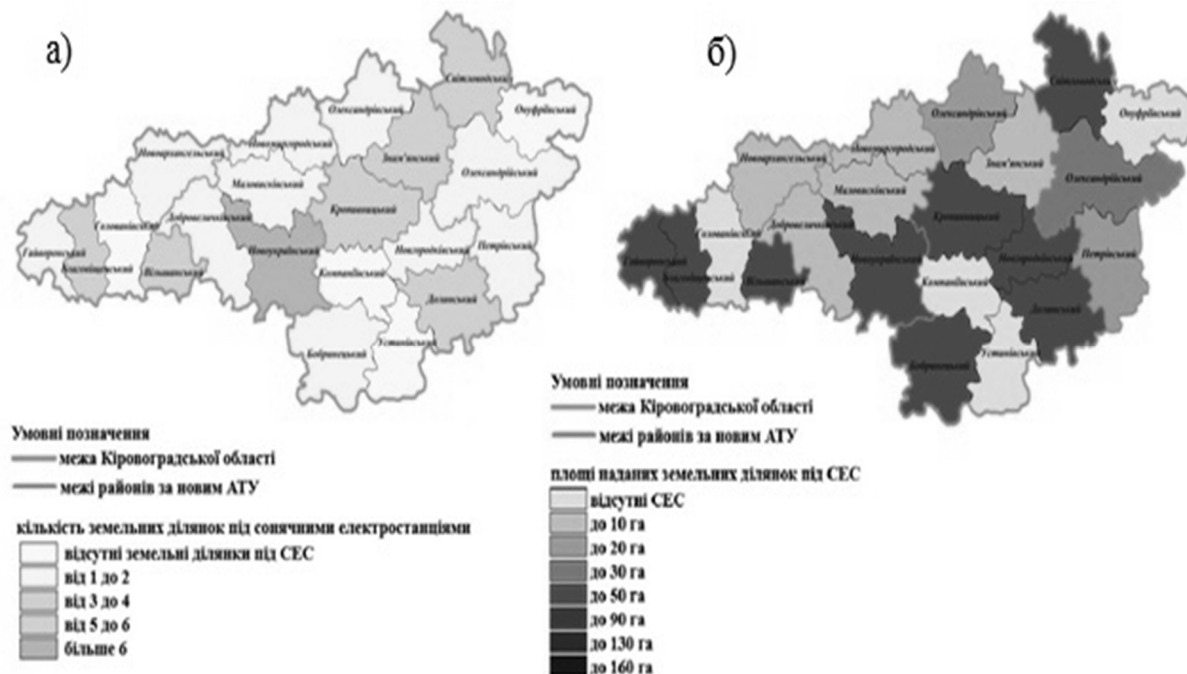


Рис. 2. Розподіл земельних ділянок під СЕС у розрізі районів Кіровоградської області:  
а – за кількістю і б – за площею

Оскільки в Україні відсутні затверджені законодавством вимоги та методики щодо розміщення сонячних електростанцій, у цій роботі спиралися на вимоги, запропоновані в літературних джерелах, зокрема, в роботах [2; 9; 10]. Важливими є твердження, що оптимальне розміщення об'єктів виробництва сонячної енергії максимально збільшує вироблення електроенергії при мінімальних витратах, зменшує вплив на навколишнє природне середовище тощо.

У межах Кіровоградської області найбільша кількість земельних ділянок відведена для будівництва СЕС у Новоукраїнському, Кіровоградському (з м. Кропивницький) і Долинському районах – відповідно 13, 6 і 5 ділянок.

Площі земельних ділянок, відведених під об'єкти сонячної енергетики, у розрізі районів області коливаються від 0,568 га (Знамянський район) до 59,57 га (Долинський район). Окрім Долинського, до районів з великими площами земель СЕС слід віднести Новоукраїнський (45,151 га), Вільшанський (43,741 га) і Гайворонівський (43,078 га) райони. Найменшими площами земель СЕС характеризуються Знам'янський, Добровеличківський (2,805 га) і Новоархангельський (3,442 га) райони.

Оскільки створення планової знімальної мережі на місцевому рівні (під час встановлення на місцевості меж земельних ділянок, відведених під об'єкти сонячної енергетики) та кадастрове знімання контурів ділянок виконується від пунктів державної геодезичної мережі (ДГМ), проаналізовано забезпеченість території області пунктами ДГМ. За даними геопорталу ДГМ (<https://dgm.gki.com.ua>) виявлено: пунктів 1 класу – 37; 2 класу – 267; 3 класу – 403; 4 класу – 120. Забезпеченість території області пунктами ДГМ є нерівномірною. Найменше геодезичних пунктів закладено у Вільшанському районі (22), а найбільше – в Олександрівському районі (147).

За даними компанії SmartEko (<https://smarteco.biz.ua/blog/korysno-znaty/yaka-ploshha-potribna-dlya-sonyachnoyi-elektrostantsiyi/>) для встановлення сонячної електростанції потужністю 10 кВт залежно від методу монтування сонячних модулів необхідна така площа земельної ділянки:

- для дахової скатної СЕС – 75 м<sup>2</sup>;
- для дахової СЕС при установці на плоский дах – 125 м<sup>2</sup>;
- для фотоелектричної сонячної електростанції на статичних наземних конструкціях – від 170 до 190 м<sup>2</sup>;
- для СЕС, які використовують одновісні трекерні системи, – від 230 м<sup>2</sup>.

Фактична площа земельних ділянок, відведених під СЕС, коливається від 0,008 га (м. Знам'янка) до 30,940 га (с. Інгуло-Кам'янка Новгородківського району), за нерівномірного розподілу земельних ділянок як за кількістю, так і за площею.

Оцінку придатності земельних ділянок, що надані в користування для встановлення сонячних електростанцій, виконано за 14 критеріями [2; 9; 10]: 1) достатня кількість сонячної радіації (мінімум 900 кВт·год/м<sup>2</sup>); 2) ухил земної поверхні (не більше 16°) та експозиція схилів (південно-орієнтована для місцевості з крутими схилами); 3) близькість до ліній електропередач (ЛЕП з напругою  $\geq 35$ кВ у радіусі 600 м); 4) близькість до підприємств (< 3500 м); 5) близькість до населених пунктів (< 2500 м); 6) близькість до дорожньої мережі (< 500 м); 7) температура повітря у липні (15–40 °С); 8) відсутність суміжної багатоповерхової забудови (> 100 м); 9) близькість до житлових районів (> 500 м); 10) відсутність лісів, водойм, будівель, заболочених земель, заплав; 11) ділянки з переважно низькою і середньою трав'янистою рослинністю, виснажені та деградовані землі, закриті сміттєзвалища, кам'янисті землі; 12) відсутність статусу земель природно-заповідного фонду, земель історико-культурного призначення; 13) відсутність статусу земель оборони (військові частини, установи, військово-навчальні заклади, підприємства і організації Збройних Сил України); 14) відстань до берегової лінії (> 1000 м).

На території досліджуваних районів рівень сонячного опромінювання становить від 1170 до 1220 кВт·год/м<sup>2</sup>, відповідно до Карти глобальної сонячної радіації та потенціалу сонячної електроенергії в Україні для горизонтально встановлених фотоелектричних модулів, створених підрозділом відновлювальної енергетики Інституту енергетики та транспорту Спільного наукового центру ЕС (<https://re.jrc.ec.europa.eu>). Отже, кількість сонячної радіації в Кіровоградській області можна вважати достатньою для розташування СЕС на досліджуваних земельних ділянках.

Установка фотоелектричних модулів на крутих схилах може призвести до проблем, пов'язаних з ерозією і стійкістю фундаменту, а також до збільшення вартості системи. Усі земельні ділянки, на яких розміщені СЕС, характеризуються рівнинною поверхнею з ухилом менше 16°, а тому підходять для розташування об'єктів сонячної енергетики.

Температура повітря впливає на продуктивність сонячної електростанції та на період її експлуатації. Для території області цей показник знаходиться в межах 15–40 °С, що підтверджується метеорологічними даними ГІС PVSIS (<https://re.jrc.ec.europa.eu>).

Земельні ділянки, розташовані ближче до доріг, мінімізують вплив на навколишнє середовище, пов'язаний із будівництвом нових доріг, а також є економічно вигідними. За даними Публічної кадастрової карти, карти електромереж Кіровоградської області (<http://kiroe.com.ua:8088/>) та порталу Open StreetMap (<https://www.openstreetmap.org>) всі досліджувані земельні ділянки розташовані поблизу ліній електропередач і близько до районів з високим попитом на електроенергію (міст, сіл, підприємств). Поблизу всіх земельних ділянок наявні ЛЕП 10 кВ та 35 кВ.

Багатоповерхові будівлі призводять до затінення СЕС у певний проміжок часу. Тому відсутність багатоповерхової забудови поряд із досліджуваними земельними ділянками позитивно впливає на продуктивність побудованих сонячних електростанцій. Шляхом візуального дешифрування базового шару «Ортофотоплани» Публічної кадастрової карти виявлено, що досліджувані земельні ділянки вільні від лісів, водойм, будівель, боліт (рис. 3). Лише на одній ділянці в Олександрійському районі наявні залишки зруйнованих споруд господарського двору. Також встановлено, що території СЕС не належать до національних і регіональних природних парків, місць культурної спадщини та археологічних пам'яток.



Рис. 3. Приклад оцінки критерію, що відповідає за наявність чи відсутність лісів, водойм, будівель, заболочених земель

Оскільки будівництво СЕС заборонене на землях оборони, то в роботі досліджувався і цей критерій щодо вимог розташування об'єктів сонячної енергетики. Перевірка на наявність військових частин та об'єктів збереження озброєння, захисту населення, господарських об'єктів показала, що такі об'єкти в межах земельних ділянок СЕС відсутні.

Відстань понад 1000 м від берегової лінії може врятувати СЕС від пошкоджень у разі стихійного лиха. Крім того, вартість земельних ділянок у прибережних районах є зазвичай вищою, а тому будівництво об'єктів сонячної енергетики поблизу берегової лінії може бути нерентабельним. Серед досліджуваних земельних ділянок виявлено лише одну, яка розташована на відстані 50 м від річки (р. Синиця у с. Великі Трояни Благовіщенського району).

**Висновки.** Визначаючи місце альтернативної енергетики в загальній системі виробництва електроенергії, була встановлена впевнена тенденція зростання площ ділянок, наданих у користування для розміщення об'єктів сектору сонячної енергетики у Кіровоградській області. Географічне положення регіону є одним з головних факторів формування потенціалу для розвитку сонячної енергетики. На сучасному етапі площі земель під діючими СЕС становлять 0,68 % від земель промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення та 0,02 % від площі всієї області. За даними проведеного аналізу відповідності розміщення наземних СЕС визначеним вимогам (14 критеріїв) землі Кіровоградської області (в межах наданих під об'єкти сонячної енергетики) є придатними

для встановлення сонячних електростанцій. Застосування комплексних методів і технологій для моніторингу земель, що відведені під об'єкти сонячної енергетики на основі використання даних інженерно-геодезичних вишукувань та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), дозволить отримувати повну інформацію для оцінки придатності цих ділянок. Враховуючи постійне зростання роздільної здатності космічних знімків, за загальної тенденції до зниження їх вартості, засоби ДЗЗ мають стати основним джерелом інформації при реалізації моніторингу земель сонячної енергетики. Сформульовані та обґрунтовані в роботі положення можна використати для вибору перспективних земельних ділянок під розміщення об'єктів сонячної енергетики на регіональному рівні.

### Список використаних джерел

1. Шастун С. В. Комплексна оцінка стану енергоефективності в Україні. *Технологический аудит и резервы производства*. 2016. № 6/5(32). С. 36–41. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.87541.
2. Castillo C. P., Batista S. F., Lavallo K. An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28. *Energy Policy*. 2016. Vol. 88. P. 86–99. DOI: 10.1016/j.enpol.2015.10.004.
3. *Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality* / Eds. C. Cassatella, A. Peanto. Hardcover: Springer Science+Business Media B. V., 2011. 222 p. DOI: 10.1007/978-94-007-0366-7.
4. Mondino E. B., Fabrizio E., Chiabrando R. A GIS tool for the land carrying capacity of large solar plants. *Energy Procedia*. 2014. Vol. 48. P. 1576–1585. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.02.178.
5. Carrion J. A., Estrella A. E., Dols F. A., Toro M. Z., Rodrigues M., Ridaio A. R. Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2008. Vol. 12. Iss. 9. P. 2358–2380. DOI: 10.1016/j.rser.2007.06.011.
6. Шелковська І. М. Розроблення каталогу об'єктів для моніторингу прибережних територій водосховищ за стандартами серії ISO19100. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2011. Вип. 6 (71), ч. 1. С. 168–172.
7. Tavana M., Di Caprio D., Arteaga F. J. S. Modeling Sequential Information Acquisition Behavior in Rational Decision Making. *Decision Sciences*. 2016. Vol. 47. No 4. P. 720–761. URL: <http://tavana.us/publications/DS-SIA.pdf>.
8. Дорожня карта з розвитку альтернативної енергетики у Кіровоградській області / Кіровоградська обласна державна адміністрація. 2016. 47 с. URL: <http://nu.kr-admin.gov.ua/ARHIV/kartaenergo2016.pdf>.
9. Кереуш Д. І. Методологія ефективного використання земельних ресурсів для розвитку сонячної енергетики на основі дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій: дис. ... д-ра філософії / Нац. ун-т. «Львівська Політехніка». Львів, 2019. 173 с. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/45641>.
10. Kereush D, Perovych L. *Techology of optimal site selection for Solar PV power plants*: monography. LAP Lambert Academic Publishing, 2019. 80 p.

### References

1. Shastun, S. V. (2016). Kompleksna otsinka stanu enerhoefektyvnosti v Ukraini [Comprehensive assessment of the state of energy efficiency in Ukraine]. *Tekhnologicheskii audit i rezervy proizvodstva*, 6/5(32), 36–41. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.87541.
2. Castillo, C. P., Batista, S. F., & Lavallo, K. (2016). An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28. *Energy Policy*, 88, 86–99. DOI: 10.1016/j.enpol.2015.10.004.
3. Cassatella, C., & Peanto, A. (Eds.). (2011). *Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality*. Springer Science+Business Media B. V.
4. Mondino, E. B., Fabrizio, E., & Chiabrando, R. (2014). A GIS tool for the land carrying capacity of large solar plants. *Energy Procedia*, 48, 1576–1585. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.02.178.
5. Carrion, J. A., Estrella, A. E., Dols, F. A., Toro, M. Z., Rodrigues, M., & Ridaio, A. R. (2008). Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 9, 2358–2380. DOI: 10.1016/j.rser.2007.06.011.

6. Shelkovska, I. M. (2011). Rozroblennia katalogu ob'ektiv dlia monitorynhu pryberzhnykh terytorii vodoskhovyshch za standartamy serii ISO19100 [Development of a catalog of objects for monitoring the coastal areas of reservoirs according to the standards of the ISO19100 series]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of the Kremenchug National University Mykhailo Ostrohradsky University*, 6 (71), 168–172.

7. Tavana, M., Di Caprio, D., & Arteaga, F. J. S. (2016). Modeling Sequential Information Acquisition Behavior in Rational Decision Making. *Decision Sciences*, 47(4), 720–761. <http://tavana.us/publications/DS-SIA.pdf>.

8. Dorozhnia karta z rozvytku alternatyvnoi enerhetyky u Kirovohradskii oblasti [Roadmap for the development of alternative energy in the Kirovohrad region]. (2016). <http://nu.kr-admin.gov.ua/ARHIV/kartaenergo2016.pdf>.

9. Kereush, D. I. (2019). *Metodolohiia efektyvnoho vykorystannia zemelnykh resursiv dlia rozvytku soniachnoi enerhetyky na osnovi dystantsiinoho zonduvannia Zemli ta HIS-tekhnolohii [Methodology for the efficient use of land resources for the purpose of developing the solar industry on the basis of Remote Sensing and GIS technologies]*. [PhD dissertation, Lviv Polytechnic National University]. <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/45641>.

10. Kereush, D, & Perovych, L. (2019). *Techology of optimal site selection for Solar PV power plants*: monography. LAP Lambert Academic Publishing.

UDC 528.4+528.88

Serhii Lashko, Inna Shelkovska, Pavlo Mikhno, Valentyn Kozar

## GEODETIC AND REMOTE MONITORING OF LANDS ALLOTTED UNDER SOLAR POWER PLANTS

*The current state of land use of facilities operating in solar energy industry, which is an integral part of the electricity market at the regional level, is reviewed. According to the revised data, the distribution of land plots of existing solar power plants by number and area within the Kirovograd region is analyzed, relevant cartograms are presented.*

*The assessment of compliance of land plots of solar energy with technical requirements was carried out according to 14 criteria: sufficient amount of solar radiation; optimal slope of the earth's surface and slopes exposition; proximity to power lines; proximity to enterprises; proximity to settlements; proximity to the road network; air temperature in July; absence of adjacent multistory buildings; proximity to residential areas; lack of forests, reservoirs, buildings, waterlogged lands, floodplains; the presence of areas with predominantly low and medium grass vegetation, exhausted and degraded lands, closed landfills, rocky lands; absence of the status of lands of natural reserve fund lands and lands of historical and cultural purpose; absence of the status of defense lands; distance to coastline. The suitability of already allocated lands for the placement of alternative energy companies is confirmed via research. For criteria evaluation the data of remote sensing of the Earth is used.*

*The presence of points of the State geodetic network for establishing the boundaries of land plots in the territory of the Kirovograd region are analyzed. Calculated the area of lands allotted under solar power plants. The results of land affinity assessment can be used to increase the attractiveness of the solar energy sector of the Kirovograd region.*

**Keywords:** land use; geodetic monitoring; geodetic point; remote monitoring; assessment of land suitability.

*Fig.: 3. References: 10.*

**Лашко Сергій Петрович** – кандидат геологічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна).

**Lashko Serhii** – PhD in Geological Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (20 Pershotravneva Str., 39600 Kremenchuk, Ukraine).

**E-mail:** lashkos@sat.poltava.ua

**ORCID iD:** <http://orcid.org/0000-0001-9146-5687>

**SCOPUS Author ID:** 57219609547

**Шелковська Інна Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна).

**Shelkovska Inna** – PhD in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (20 Pershotravneva Str., 39600 Kremenchuk, Ukraine).

**E-mail:** selkovskaya291@gmail.com

**ORCID iD:** <http://orcid.org/0000-0002-0986-381X>

**SCOPUS Author ID:** 57215819888

**Міхно Павло Борисович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна).

**Mikhno Pavlo** – PhD in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (20 Pershotravneva Str., 39600 Kremenchuk, Ukraine).

**E-mail:** mikhno1982@gmail.com

**ORCID iD:** <http://orcid.org/0000-0001-8045-6478>

**SCOPUS Author ID:** 57215819875

**Козарь Валентин Іванович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна).

**Kozar Valentyn** – PhD in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (20 Pershotravneva Str., 39600 Kremenchuk, Ukraine).

**E-mail:** v.kozar@meta.ua

**ORCID iD:** <http://orcid.org/0000-0003-4084-3507>