

Юрій КИСЕЛЬОВ<sup>1а</sup>, Роман РУДИЙ<sup>1</sup>, Олена КРАВЕЦЬ<sup>2</sup>, Петро БОРОВИК<sup>1</sup>,  
Владислав ПАРАХНЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра геодезії, картографії і кадастру, Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20300, Україна, <sup>1а</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0530-1892>

<sup>2</sup> Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76000, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-7861-0640>

<https://doi.org/10.23939/istcgcap2025.101>.

## ДО ВРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕЛЬЄФУ ТЕРИТОРІЇ В ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРІ

Метою досліджень є визначення особливостей рельєфу земельних ділянок територіальної громади (ТГ) під час масового оцінювання. На прикладі одного об'єкта, тобто однієї ТГ, продемонстровано використання тривимірної системи кадастрового обліку, в результаті чого формується класифікація земельних ділянок ТГ за певними характеристиками. *Методика.* Для дослідження створено цифрову модель рельєфу об'єкта, розташованого на Покутській рівнинній території південного заходу України, на території Угринівської ТГ, яка розміщена в Івано-Франківському районі Івано-Франківської області на північному заході від м. Івано-Франківськ. Методами математичного моделювання з використанням програмного пакета SURFER отримано характеристики земельних угідь, що розташовані на схилах. Використано два методи розрахунку кількості сонячної енергії, що потрапляє на певну ділянку земної поверхні, – астрономічний та технічний. Застосування кожного з методів дало приблизно однаковий результат. *Результати.* За цифровою моделлю створено 3D-модель рельєфу із розподілом досліджуваної території за крутизною схилів. Відповідно до одержаної в ході досліджень моделі, в межах територіальної громади переважають схили з кутами нахилу до 3°. Крутіші схили спостерігаються в північно-західній частині Угринівської територіальної громади та на південно-західних схилах Вовчинецького пагорба (до 17°). Наведено розподіл коефіцієнта сонячної енергії, яку одержує та чи інша ділянка земної поверхні залежно від її експозиції та кута нахилу. Карта розподілу коефіцієнта сонячної енергії дає змогу візуалізувати інсоляцію відповідного сільськогосподарського угіддя. За її допомогою можна розрахувати інсоляцію, тобто кількість сонячної енергії, що потрапляє на одиницю площі, і надалі використати її в експертній оцінці земельних ділянок. Так можна визначити сумарну кількість тепла, яке потрапляє на кожен земельну ділянку протягом дня чи всього періоду вегетації. Методами математичного моделювання визначено характеристики освітленості земельних угідь, розташованих на схилах. *Новизна та практична цінність.* Виконані експериментальні дослідження тривимірної системи кадастрового обліку з виділення ділянок поверхні зі схилами певної орієнтації та аналіз результатів дають змогу використовувати їх під час дослідження рельєфу земної поверхні, який великою мірою визначає родючість сільськогосподарських угідь, впливає на екологічно небезпечні явища, а саме утворення ярів, повені, селі, зсуви та снігові лавини. Отже, розроблення та вдосконалення тривимірної системи кадастрового обліку ділянок поверхні є актуальним завданням ТГ. Виконані дослідження сприятимуть об'єктивності масової оцінки, що дасть змогу поширити застосовану методику на інші регіони України та зарубіжжя.

*Ключові слова:* кадастр, облік, земельна ділянка, тривимірна система, об'єкт нерухомості, рельєф.

### Вступ

Останніми роками набуває поширення просторове планування територій, зокрема земельних угідь територіальних громад (ТГ). Отже, виникла потреба у визначенні шляхів розвитку громад у напрямі просторового планування, як для громад, територія яких зазнала воєнних руйнувань, так і для тих, які зіткнулись із новими викликами, пов'язаними із розташуванням внутрішньо переміщених осіб та бізнесу. Це потрібно для того, щоб забезпечити раціональне просторове планування ТГ, які повинні бути інклюзивними,

енергоефективними та екологічними, баланс розселення та розміщення робочих місць, сталість системи міської мобільності.

Певні зміни напрямів розвитку мають передбачати розрізнення земельних ділянок, придатних для сільськогосподарських робіт, і ділянок, на яких доцільно споруджувати сонячні енергетичні установки.

Отже, оскільки під час землевпорядного вишукування та проєктування використовують дані екологічних, соціально-демографічних, архітектурно-містобудівних та історико-архітек-

турних вишукувань, транспортних, економічних, інженерно-геологічних, гідрологічних, метеорологічних, геоморфологічних, інженерно-геодезичних вишукувань, ґрунтових обстежень, агрохімічних обстежень ґрунтів і геоботанічних обстежень, отримувати такі дані необхідно сучасними методами. Крім того, потрібно вишукати зони, придатні для сталого економічного розвитку, вказувати пріоритетні території, їхні переваги та потенціальні можливості.

### ***Аналіз основних публікацій, що стосуються проблеми***

Варто зазначити, що публікацій, які стосуються тривимірної системи кадастрового обліку, особливо вітчизняних, небагато. Закон України “Про Державний земельний кадастр” не надає інформації стосовно особливостей використання тривимірних об’єктів нерухомості, зокрема земельних ділянок [Закон України “Про Державний земельний кадастр”].

У результаті ознайомлення із відповідними елементами законодавчої бази [Закон України “Про стратегічну...”; Закон України “Про топографо-геодезичну...”; Постанова Кабінету Міністрів України від 9.06.2021 р. № 590 “Про порядок використання...”], вивчення та аналізу посібника [Посібник для уповноважених...] встановлено, що просторове планування в Україні як галузь перебуває у перехідній фазі від централізованих політики та підходів у плануванні до сучасних інтегрованих та стратегічних підходів. Можливості для оновлення містобудівної документації та наближення її до європейських вимог з’явилися після того, як набув чинності 24.07.2021 р. Закон № 711 “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель”. Однак поступовому впровадженню реформ перекоджали нові виклики, пов’язані із запровадженням в Україні правового режиму воєнного стану, масштабними руйнуваннями інфраструктури громад через дії країни-агресора.

Об’єктивна оцінка земель, яка враховувала б їхні властивості та відповідала б її реальній ціні, важлива для багатьох цілей, наприклад, вилучення земель із сільськогосподарського обігу, продажу земель, для визначення величини

компенсації негативних проявів на землях сільськогосподарського призначення тощо [Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України...]. Сучасні технології вирощування основних сільськогосподарських культур повинні враховувати природні процеси фотосинтезу, теплову енергію, яка забезпечує розмноження організмів у ґрунті та активізує ґрунтоутворювальні процеси, обмін вологи, окиснювальні процеси в ґрунті, прискорення обмінних процесів між ґрунтом та рослинами [Левченко, Шинкаренко, 2003; Pistocchi, 2002].

Розподіл температур на схилах сприяє стіканню холодного гірського повітря вниз по схилах і затриманню його в пониженнях. Що стосується градієнта, то він, як правило, більший біля підніжжя, ніж біля гірських полонин, на південних схилах, на які дме північний вітер [Рудий, Керкер, Ткачук, 2011; Горлачук, Рудий, Кравець, 2018].

Мікроклімат сільськогосподарських територій визначається різною кількістю сонячної енергії, яка потрапляє на схили різної крутизни та експозиції [Рудий, Керкер, Ткачук, 2011; Горлачук, Рудий, Кравець, 2018; Pistocchi, 2002]. Різні умови складаються на верхніх і нижніх частинах схилів внаслідок різних умов зволоження ґрунту. Рельєф місцевості впливає на розподіл тепла та вологи в ґрунті.

Особливістю мікроклімату полів є різна кількість сонячної енергії, яка потрапляє на схили різних крутизни й орієнтування. Істотно відрізняються характеристики у верхніх і нижніх частинах схилів внаслідок різних умов зволоження ґрунту, оскільки рельєф місцевості впливає на розподіл тепла і вологи у ґрунті. Від нього залежить продуктивність полів і вартість землі [Картографування...; Рудий, Керкер, Ткачук, 2011; Горлачук, Рудий, Кравець, 2018; Rudyi et al., 2021; Sánchez-Navarro et al., 2022]. Науковці вказують, що ці фактори необхідно враховувати під час бонітування земельних ділянок.

Найґрунтовніший аналіз концептуальних можливостей 3D-кадастру наведено в [Ступень, Мельник, 2022]. Автори подають тлумачення цього кадастру, аналізують його можливості та пропонують перехід до гібридного 3D-кадастру з відповідною візуалізацією об’єктів нерухомості.

Автори [Ступень, Мельник, 2022; 2023] здійснили дослідження на основі аналізу наявних літературних джерел за тематикою “Концептуальні моделі для 3D-кадастру”. Виділено та описано три концептуальні моделі 3D-кадастру та їх альтернативи. Розглянуто законодавче забезпечення України у сфері тривимірного відображення об’єктів нерухомості. Базами даних 3D-кадастру можуть скористатись ті, хто займається процесами земельного розвитку, зокрема земельні реєстратори, геодезисти, архітектори, розробники, проєктувальники, агенти з нерухомості, місцеві уряди та власники корпорацій.

У статті [Кондратенко, 2015] проаналізовано правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель. Надано основні визначення земельної ділянки та земельного кадастру, висвітлено сучасний стан розвитку земельно-кадастрової системи в Україні, наведено основні передумови започаткування 3D-кадастру на вітчизняному просторі, охарактеризовано проблеми, пов’язані із його запровадженням, виявлено переваги використання тривимірного земельного кадастру.

У праці [Кереуш, 2019] на прикладі тогочасного Заставнівського району Чернівецької області обґрунтовано методологію ефективного використання земельних ресурсів для розвитку сонячної енергетики на основі дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій.

У роботі [Люльчик, Кийко, Русіна, 2020] вказано, що звичайна система управління земельними ділянками, основана на 2D-кадастрі, не дає змоги вертикально розділити простір об’єкта, змушує інвестора придбати весь об’єкт або отримати інші права, що дають змогу використовувати визначений простір чужої власності, наприклад, сервітут права.

Упровадження таких інвестицій у містах, що супроводжується придбанням цілих об’єктів, створює додаткові витрати; здійснення інвестицій лише під землею, яка перебуває у муніципальній чи державній власності, без купівлі нерухомості інших сторін може призвести до неоптимального розташування об’єктів.

За останнє десятиліття попит на тривимірний (3D) кадастр у всьому світі істотно зріс. Нині замало багатоцільового 3D-кадастрового

графічного зображення із просторовим розширенням земельних ділянок. Створення багатоцільового 3D-кадастру нерухомості в Україні актуальне і важливе.

У роботі [Doner, 2021] проаналізовано літературу, що стосується тривимірного (3D) кадастру, з урахуванням правових, інституційних та технічних аспектів. З цією метою зазначений автор дослідив 441 публікацію, видану з 2001 р. до 2019 р. Дослідження літератури, яка охоплює публікації з 59 різних країн, здебільшого зосереджені на технічних питаннях. На думку автора, досягти міжнародного консенсусу щодо юридичних, інституційних та технічних аспектів 3D-кадастрового рішення складна. Оскільки права, обмеження та обов’язки із 3D-компонентом у певний спосіб реєструють адміністративно, зацікавлені сторони з юридичної сфери неохоче займаються 3D-кадастром. З технічного погляду технологія, необхідна для використання тривимірних цифрових даних для реєстрації, достатньо розвинулася за останні двадцять років. Автор констатує, що необхідні подальші дослідження справжнього 3D-кадастрового рішення, створення робочого процесу, який враховує як поточну правову, так і технічну базу.

[Tekavec, Ferlan, Lisec, 2018] вважають тривимірний кадастр нерухомості важливою міждисциплінарною темою досліджень як на європейському, так і на міжнародному рівнях. Початкові теоретичні наукові дискусії щодо 3D-кадастру почалися в 1990-ті роки і набрали обертів на рубежі тисячоліть. У статті надано хронологічний огляд дослідницької діяльності, висвітлено публікації, які істотно вплинули на вивчення 3D-кадастру. За останні два десятиліття спостерігається значний прогрес, хоч виникло багато нових складних питань, зокрема щодо реалізації концепцій 3D у кадастрових системах у різних країнах, ідеї багатоцільового 3D-кадастру та інтеграції різних наборів просторових даних у 3D-кадастр.

У посібнику [Li et al., 2021] з питань просторового планування для уповноважених органів містобудування та архітектури об’єднаних територіальних громад, який написала група радників із упровадження державної регіональної політики в Україні Програми “U-LEAD з Європою” (Тетяна Кришток (Україна), Раймунд

Рис (Польща), Любіца Кошелюк (Хорватія)), наведено основні рекомендації щодо впровадження 3D кадастру в Україні.

Жодна із властивостей земної поверхні не впливає так істотно на її придатність до сільськогосподарського використання чи інших потреб, як рельєф, саме він великою мірою сприяє поліпшенню якості ґрунту. Зокрема, про необхідність врахування особливостей рельєфу земної поверхні зазначено в розділі посібника [Посібник для уповноважених...]. Особливістю мікроклімату полів, яка визначається саме рельєфом, є різна кількість сонячної енергії, що потрапляє на схили різної крутизни і орієнтування. Істотно відрізняються характеристики у верхніх і нижніх частинах схилів унаслідок різних умов зволоження ґрунту, оскільки рельєф місцевості впливає на розподіл тепла і вологи у ґрунті. Від нього залежить як продуктивність полів, так і вартість землі. Ці фактори необхідно враховувати, здійснюючи бонітування земельних ділянок. Отже, розроблення та вдосконалення об'єктивних методів класифікації ділянок поверхні є актуальним завданням для науковців.

Саме тому метою досліджень є визначення певних характеристик окремих земельних ділянок ТГ, які впливають на використання земельних ресурсів, для забезпечення їх оптимального використання.

### Мета

Мета досліджень – визначення особливостей рельєфу земельних ділянок ТГ для масового оцінювання (отримання просторових характеристик земельних ділянок ТГ для такої оцінки). На прикладі одного об'єкта, тобто однієї ТГ, ми поставили завдання показати можливості використання тривимірної системи кадастрового обліку, в результаті якого формується класифікація земельних ділянок ТГ за вказаними характеристиками, та порівняти застосування різних методів оцінювання території для розміщення сонячних електростанцій.

### Постановка завдання

Регулювання обігу земель окремої ТГ відповідно до засад просторового планування зумовлює необхідність виділення еталонів за даними цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та вдосконалення їх об'єктивної оцінки. Це потрібно для того, щоб диференціювати земельні ділянки

згідно з вибраними еталонами для порівняння під час виконання грошової оцінки. Оскільки експозиція схилів є важливим чинником у формуванні якісних характеристик земельних ділянок, її потрібно враховувати, що дасть змогу точніше диференціювати та розширити діапазон коефіцієнтів, які застосовують у нормативній та експертній грошовій оцінці землі, а також для встановлення сонячних енергетичних установок, тобто для промислового використання землі.

### Методи

Дослідження виконано на ділянці земної поверхні зі слабковираженим рельєфом. Методами математичного моделювання з використанням програмного пакета SURFER визначено характеристики освітленості земельних угідь, розташованих на схилах. Виконано також порівняльний аналіз розрахунку виробництва сонячної енергії на певній ділянці за допомогою вищезгаданого програмного пакета та традиційних методів, які застосовують під час розрахунків сонячних батарей. Методику розрахунку розподілу сонячної енергії на певній території докладніше розглянуто в нашій публікації [Rudyi et al., 2021].

### Виклад основного матеріалу

Межі ТГ на топографічній карті із зображенням рельєфу наведено на рис. 1.

Для дослідження було створено цифрову модель рельєфу об'єкта, що розташований на Покутській рівнині на південному заході України, на території Угринівської територіальної громади, розміщеної в Івано-Франківському районі Івано-Франківської області на північному заході від м. Івано-Франківськ. ТГ утворена у результаті об'єднання Угринівської та Клузівської сільських рад Тисменицького району. До її складу входять села Горішній Угринів, Долішній Угринів і Клузів. Площа громади становить 17,9 км<sup>2</sup>, населення – 3 366 мешканців. Адміністративним центром є село Угринів. Село Клузів розташоване біля підніжжя Вовчинецького пагорба, на захід від річки Бистриця Солотвинська.

У межах ТГ налічується 196,85 га орної землі, з них 85,52 га належать до села Угринів і 21,33 га належать до села Клузів. Крім того, близько 30 % орної землі розміщені в присадибних ділянках.

На рис. 2 наведено 3D-зображення рельєфу території ТГ. Як бачимо, на цій території переважає рівнинно-хвилястий рельєф із висотами 240–360 м.

На рис. 3 подано 3D-модель рельєфу з розподілом досліджуваної території за крутизною схилів. Відповідно до одержаної в ході досліджень моделі, в межах територіальної громади переважають схили з кутами нахилу до 3°. Крутіші схили можна спостерігати в північно-

західній частині Угринівської територіальної громади та на південно-західних схилах Вовчинецького пагорба (до 17°).

Карта освітленості, наведена на рис. 4, дає змогу візуалізувати інсоляцію відповідних сільськогосподарських або інших угідь. За її допомогою можна розрахувати інсоляцію, тобто кількість сонячної енергії, що потрапляє на одиницю площі, щоб надалі використати ці дані під час експертного оцінювання земельних ділянок.

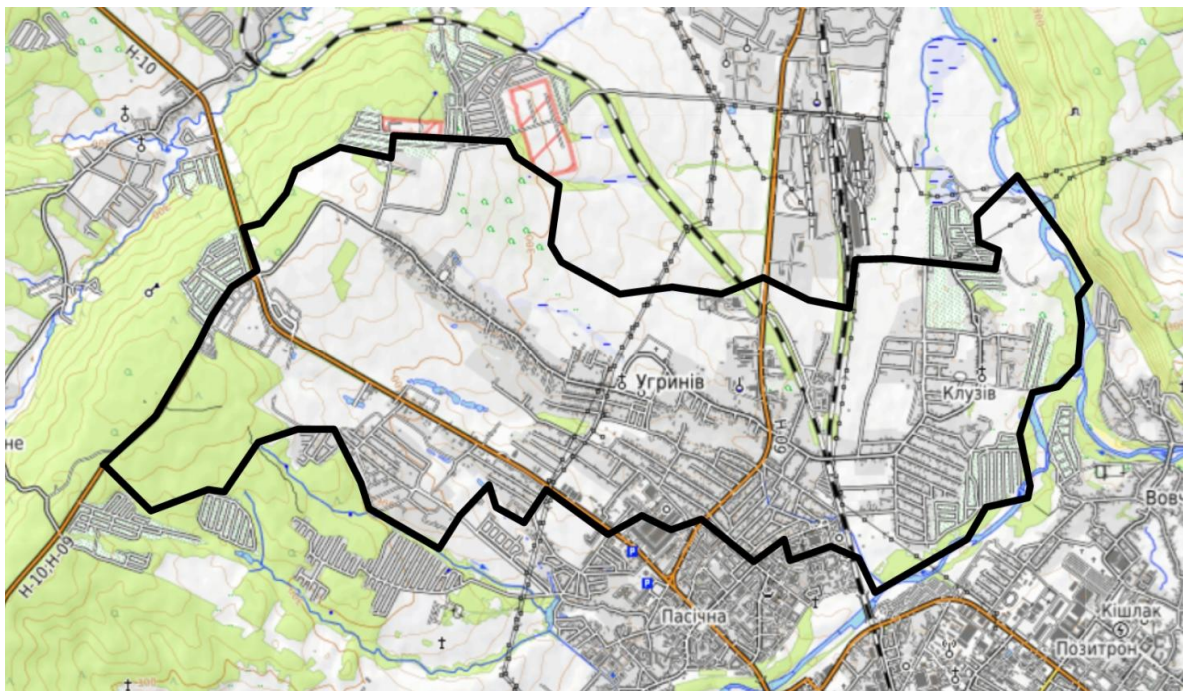


Рис. 1. Розташування Угринівської територіальної громади на топографічній карті (чорною лінією показано межу)

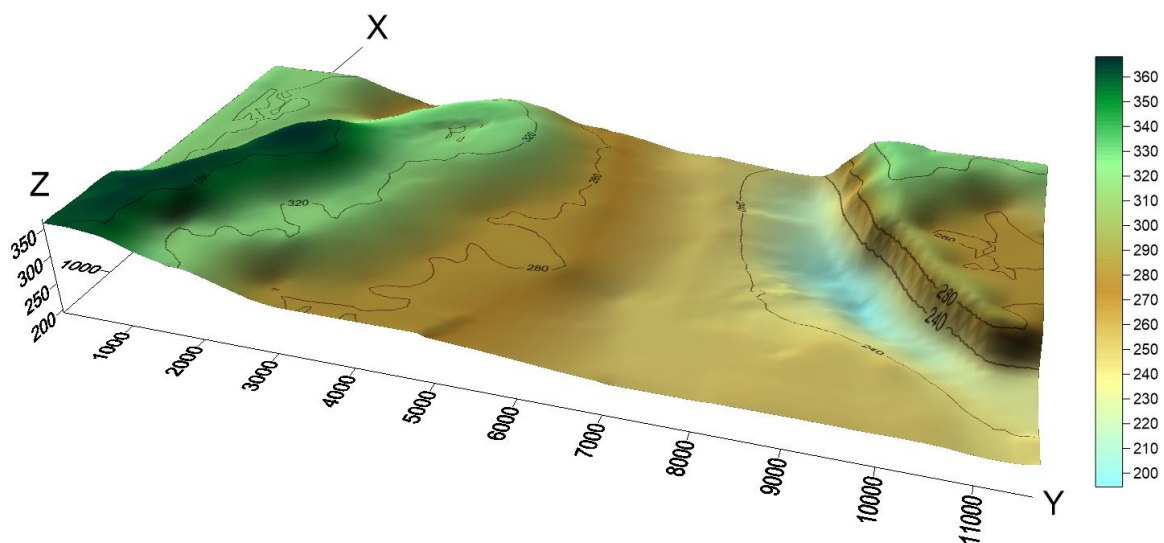


Рис. 2. Цифрова модель рельєфу території ТГ

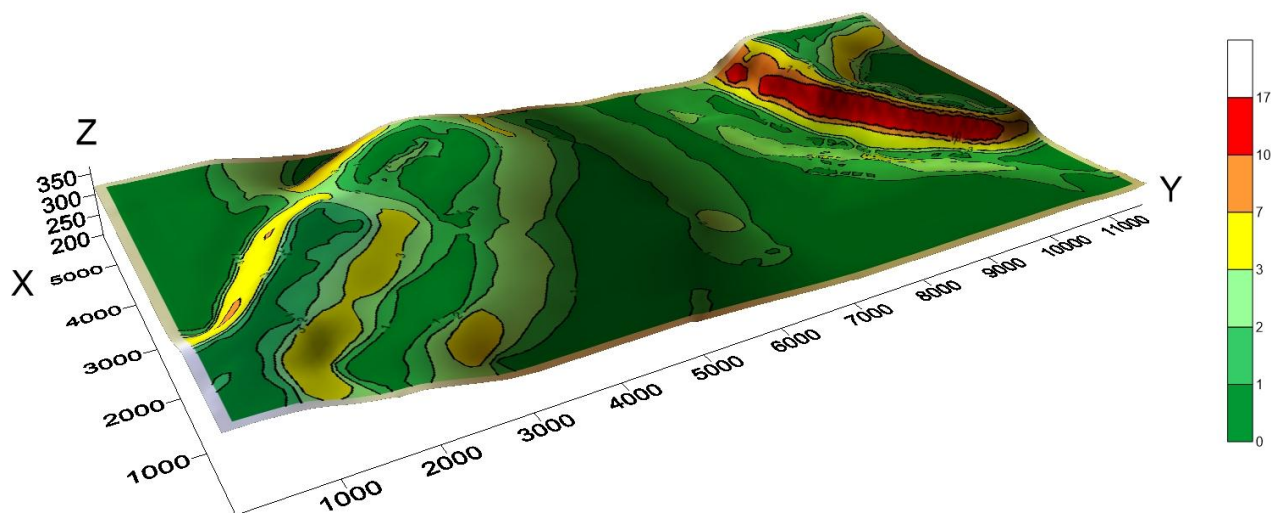
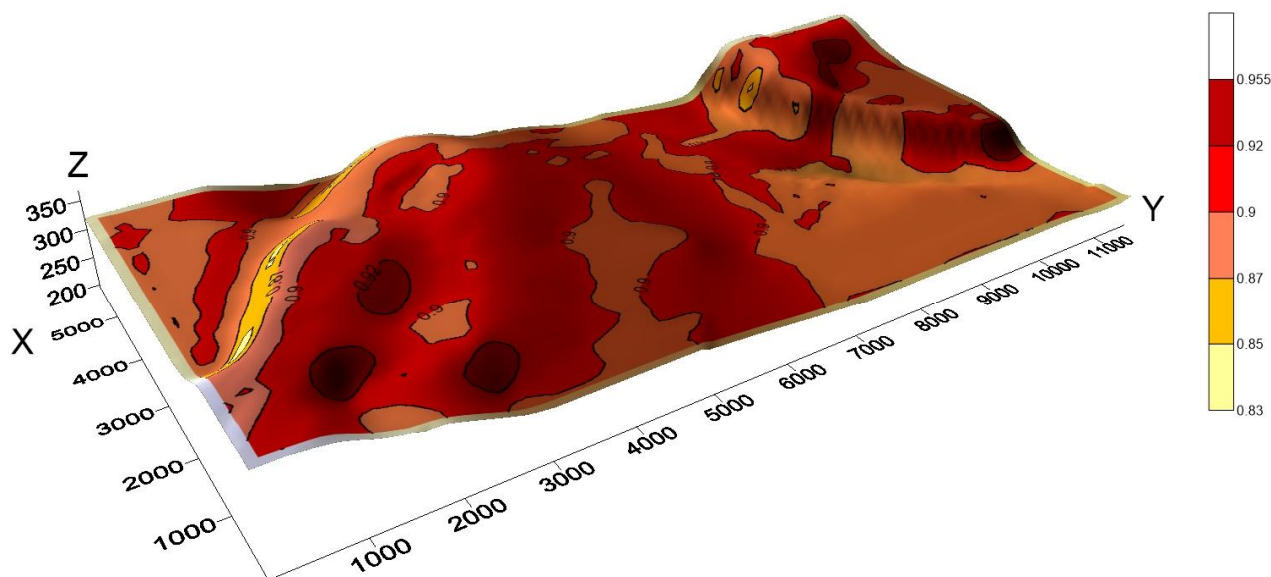


Рис. 3. Карта розподілу крутизни схилів на території ТТ

Рис. 4. Карта розподілу коефіцієнта  $K$  сонячної енергії на території ТТ

## Зміна кількості сонячної енергії залежно від висоти Сонця (до досягнення зеніту)

| $H$                            | $10^\circ$ | $20^\circ$ | $30^\circ$ | $40^\circ$ | $50^\circ$ | $64^\circ$ |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $K$                            | 0,17349    | 0,34626    | 0,50422    | 0,64664    | 0,76916    | 0,89981    |
| $E_C$ , кВт·год/м <sup>2</sup> | 0,23595    | 0,47092    | 0,68574    | 0,87943    | 1,04606    | 1,22373    |

Фактично на рис. 4 наведено розподіл коефіцієнта сонячної енергії  $K$  на досліджуваній території в полудень 22 червня, коли висота Сонця максимальна. Шкала з правого боку рис. 4 характеризує  $K$  в частках від максимального значення, яке дорівнює 1. На рис. 2–4  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  – осі геодезичної системи координат.

Кількість сонячної енергії  $E_C$ , яка потрапляє на ту чи іншу ділянку, визначено за формулою:

$$E_C = E_O \cdot K, \quad (1)$$

де  $E_O$  – сонячна стала, яка характеризує інтенсивність сонячного випромінювання і залежить

від місця розташування, погодних умов, часу. Вимірюється сонячна стала у кВт·год/м<sup>2</sup> за певний період, тобто годину, день, рік;  $K$  – коефіцієнт сонячної енергії, яку отримує певна ділянка земної поверхні залежно від її експозиції  $A$  та кута нахилу  $i$ .

Запропоновано формулу для визначення коефіцієнта  $K$  із використанням положень сферичної астрономії. Коефіцієнт  $K$  є косинусом кута між нормаллю до земної поверхні та напрямом на Сонце [Кравець, 2006]:

$$K = \cos H \cdot \sin i \cdot \cos \left( 180 - A \pm \cos^{-1} \frac{\sin \varphi \cdot \sin H \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos H} \right) + \sin H \cdot \cos i, \quad (2)$$

де  $H$  – висота Сонця;  $i$  – кут нахилу схилу;  $A$  – експозиція схилу;  $\varphi$  – географічна широта місця спостереження;  $\delta$  – схилення Сонця.

У таблиці наведено результати розрахунків зміни середнього значення  $K$  для території Угринівської ТГ залежно від висоти Сонця від сходу до полудня для 22 червня та значення кількості сонячної енергії  $E_c$  в кВт·год/м<sup>2</sup>, що йому відповідає. Значення коефіцієнта  $K$  та  $E_c$  від полудня до заходу Сонця будуть аналогічними. Тому, підсумувавши значення сонячної енергії за висоти Сонця від 10° під час сходу до 10° під час заходу, ми одержали сумарне значення сонячної енергії за добу, а саме: 7,86 кВт·год/м<sup>2</sup>. Оскільки під час проходження через атмосферу під впливом різних факторів втрачається до 30 % сонячної енергії, кількість її на поверхні землі дорівнюватиме приблизно 5,27 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Наведені розрахунки дають змогу оцінити та вигідно використовувати земельні угіддя, зокрема для розміщення сонячних електростанцій. Варто також зауважити, що коефіцієнт корисної дії сонячних енергетичних установок не перевищує 15–20 %, хоча їх реклама декларує більший показник.

Результатами виконаних досліджень можна скористатися у сільському господарстві для раціонального розміщення плодово-ягідних насаджень, у садово-парковому господарстві, а також у відновній енергетиці для вибору місць розміщення сонячних енергетичних установок. Отже, можна визначити кількість сонячної енергії для кожної точки цифрової моделі та для ділянки загалом на певну дату і на одиницю площі. Підсумовуючи ці дані, визначають денну, місячну радіацію або на весь період вегетації з березня до вересня залежно від крутизни та експозиції схилів.

Є і простіший підхід до визначення кількості сонячної енергії, що потрапляє на земну поверхню. Зокрема, в [Оцінка енергії...] вказано, що для спрощення обчислень  $E_o$  вибирають максимальні значення інтенсивності, тобто в час, коли сонячні промені перпендикулярні до відповідної поверхні земельної ділянки чи сонячної панелі. В гірських районах та передгір'ї сонячна стала великою мірою залежить від рельєфу. В середньому для північноєвропейських країн її приймають 1000 кВт·год/м<sup>2</sup> за рік, а в пустелях – до 2000–2500 кВт·год/м<sup>2</sup> за рік. Для нашої території сонячну сталу можна наближено прийняти 1 кВт·год/м<sup>2</sup> за годину. Для спрощення обчислень за день рекомендовано приймати п'ять таких значень, тобто 5 кВт·год/м<sup>2</sup>, що наближено відповідає результату 5,27 кВт·год/м<sup>2</sup>, отриманому вище за формулою (1) і за даними, наведеними в таблиці.

### Наукова новизна і практична цінність

Виконані експериментальні дослідження тривимірної системи кадастрового обліку з виділення ділянок поверхні зі схилами певної орієнтації та аналіз результатів дають змогу використовувати їх під час дослідження рельєфу земної поверхні, який великою мірою визначає родючість сільськогосподарських угідь, впливає на екологічно небезпечні явища, а саме: утворення ярів, повені, селі, зсуви та снігові лавини. Отже, розроблення та вдосконалення тривимірної системи кадастрового обліку ділянок ТГ є актуальним завданням та сприяє її ефективному використанню для відповідного цільового призначення.

Комплексне оцінювання території сприятиме реалізації майбутнього використання й отриманню інформації про інженерний захист території, особливості проектування та цілі планування конкретної споруди.

Отже, наведені та проаналізовані характеристики рельєфу місцевості дають змогу використовувати їх у масовій оцінці, а також вказувати альтернативні можливості використання земельних угідь.

### Висновки

Експериментальні дослідження, виконані на основі моделювання рельєфу із використанням пакета SURFER, а також традиційних методів розрахунку ефективності сонячних батарей,

засвідчили приблизно однакову точність отриманих обома методами результатів. Крім того, використання пакета SURFER дає можливість удосконалити процеси, пов'язані із просторовим плануванням територій ТГ, зокрема:

- вибір методів використання певних земельних ділянок для їх капіталізації;
- кластеризацію земельних угідь ТГ для покращення чи полегшення оцінки їх вартості;
- планування сівозмін у земельних угіддях сільських районів.

Загалом використання запропонованої методики для просторового планування у ТГ стосовно земельних угідь дає змогу об'єктивніше визначити відповідні пріоритетні території та угіддя. Вказані дослідження сприятимуть об'єктивності масової оцінки, що дасть можливість поширити застосовану у цьому дослідженні методику вивчення особливостей рельєфу в земельно-кадастрових цілях на інші регіони України та зарубіжжя.

### Список літератури

- Горлачук В. В., Рудий Р. М., Кравець О. Я. (2018). Вплив експозиції земельних ділянок на їхні екологічні характеристики та грошову оцінку. *Наукові праці: наук. журн. Чорном. нац. ун-ту ім. Петра Могили*; ред. кол.: Кузьменко О. Б. (голова) [та ін.]. Миколаїв, Т. 312. Вип. 300. С. 164–171.
- Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель”. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/711-14>
- Закон України “Про стратегічну екологічну оцінку”. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2354-19>
- Закон України “Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність”. <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/353-14>.
- Картографування сонячного випромінювання на основі ГІС. <https://mdpi.com/276-3417/9/9/1960html>.
- Кереуш Д. І. (2019). Методологія ефективного використання земельних ресурсів для розвитку сонячної енергетики на основі дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій: кваліфікаційна наук. праця на правах рукопису. Дис. ... доктора філософії за спец. 193 – “Геодезія та землеустрій” (19 “Архітектура та будівництво”). Національний університет “Львівська політехніка”, Львів. 173 с. [https://old.lpnu.ua/sites/default/files/rada-phd/2019/14128/dysertaciya\\_kereush.pdf](https://old.lpnu.ua/sites/default/files/rada-phd/2019/14128/dysertaciya_kereush.pdf)
- Кондратенко Д. Ю. (2015). Правові проблеми запровадження тривимірної облікової системи земель у сфері земельних відносин. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Право*, (218). С. 137–145. <https://environmentalscience.com.ua/uk/journals/tom-6-218-2015>
- Кравець О. Я. (2006). Вплив рельєфу земної поверхні на гідрологічні та ерозійні процеси в Прикарпатті: автореферат дис. .... канд. техн. наук: 05.24.02. Львів. 19 с.
- Левченко О. М., Шинкаренко Г. А. (2003). Моделювання процесів поглинання сонячної енергії ділянками реальної місцевості. *Геодезія, картографія і аерофотознімання: міжвід. наук.-тех. зб., вип. 63*. Львів, С. 241–245. <https://science.lpnu.ua/istcgcap/all-volumes-and-issues/volume-63-2003/modeling-solar-energy-absorption-processes-real>
- Люльчик В. О., Кийко Н. М. & Русіна Н. Г. (2020). Щодо питання програмного забезпечення 3D кадастру нерухомості: зарубіжний досвід. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*, Том 31 (70), № 4. С. 267–272. [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/4\\_2020/4\\_2020.pdf#page=277](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/4_2020/4_2020.pdf#page=277)
- Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України “Про затвердження Методичних рекомендацій із здійснення стратегічної екологічної оцінки документів державного планування”. [https://menr.gov.ua/files/docs/nakazy/2018/nakaz\\_296.pdf?sv](https://menr.gov.ua/files/docs/nakazy/2018/nakaz_296.pdf?sv).
- Оцінка енергії сонячного випромінювання. URL: [eco-electrics.com.ua](https://eco-electrics.com.ua)
- Посібник для уповноважених органів містобудування та архітектури об'єднаних територіальних громад з питань просторового планування. <https://drive.google.com/file/d/11ZQD8y5kZNXSnjMXtfxDoxMJovJmR-xD/view>.
- Постанова Кабінету Міністрів України від 9 червня 2021 р. № 590 “Про порядок використання громадами коштів місцевих бюджетів для проведення будівництва, реконструкції та капітального ремонту важливих об'єктів соціальної інфраструктури”. <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/590-14>
- Рудий Р. М., Керкер В. Б., Ткачук Г. І. (2011). Визначення експозиції земельних ділянок для врахування їхніх екологічних характеристик та вартості. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, № 75. С. 150–154. <https://science.lpnu.ua/istcgcap/all-volumes-and-issues/volume-75-2011/determination-slope-exposition-land-considering-their>
- Ступень Н. М., Мельник М. Л. (2022). Передумови виникнення 3D-кадастру в Україні. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, Вип. II (44). С. 11–15. <https://doi.org/10.33841/1819-1339-2-44-11-15>
- Ступень Н. М., Мельник М. Л. (2023). Проблеми запровадження тривимірної системи кадастрового обліку нерухомості в Україні. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, Вип. II (46). С. 136–140. <https://doi.org/10.33841/1819-1339-2-46-136-140>

- Doner F. (2021). Analysis of literature on 3D cadastre. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(2). 90–97. <https://doi.org/10.26833/ijeg.703244>
- Li, L., Guo, R., Ying, S., Zhu, H., Wu, J., & Liu, C. (2021). 3D modeling of the cadastre and the spatial representation of property. *Urban Informatics*. 589–607. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6_33)
- Pistocchi A., Cassani G., Zani O. (2002). Use of the USPED model for mapping soil erosion and managing best land conservation practices. *Integrated assessment and decision support, proceedings of the first biennial meeting of the international environmental modelling and software society*. P. 163–169.
- Rudiy, R. M.; Kyselov, Yu. O.; Kravets, O. Ya.; Borovyk, P. M.; Melnyk, M. V. Use of GIS technologies to determine the light of garden plants. International Conference of Young Professionals “Geoterrace-2021” <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K3002>.
- Sánchez-Navarro, A.; Jiménez-Ballesta, R.; Girona-Ruiz, A.; Alarcón-Vera, I.; Delgado-Iniesta, M. J. (2022). Rapid Response Indicators for Predicting Changes in Soil Properties Due to Solarization or Biosolarization on an Intensive Horticultural Crop in Semiarid Regions. *Land*, 11, 64. <https://doi.org/10.3390/land11010064>.
- Tekavec J., Ferlan M., Lisec A. (2018). A review of research on 3D real property cadastre. *Geodetski vestnik*, 62 (2). 249–265. <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2018.02.249-278>

Yurii KYSELOV<sup>1a</sup>, Roman RUDYI<sup>1</sup>, Olena KRAVETS<sup>2</sup>, Petro BOROVYK<sup>1</sup>, Vladyslav PARAKHNENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geodesy, Cartography and Cadastre, Uman National University of Horticulture, 1, Instytutska str., Uman, 20300, Ukraine, <sup>1a</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0530-1892>

<sup>2</sup> Department of Geodesy and Land Management, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 15, Karpatska str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-7861-0640>

#### TO THE CONSIDERATION OF TERRITORY RELIEF FEATURES IN THE LAND CADASTRE

The aim of the research is to definite the features of the relief of land plots of a territorial community (TC) in the mass valuation. On the example of one object, i. e., one TC, the use of a three-dimensional cadastral registration system is presented, which results in the classification of TC land plots according to certain characteristics. *Methodology*. For the study, a digital terrain model was created for the object located in the Pokutska plain territory of southwestern Ukraine, on the territory of Uhrynivska TC, which is located in Ivano-Frankivsk district of Ivano-Frankivsk region, northwest of Ivano-Frankivsk. The characteristics of land located on the slopes were obtained by mathematical modelling using the SURFER software package. Two methods were used to calculate the amount of solar energy falling on a certain area of the earth's surface – astronomical and technical. Each of the methods gives approximately the same result. *Results*. The digital model was used to create a 3D terrain model with the distribution of the study area by slope steepness. According to the model, slopes with slope angles of up to 3° prevail within the territorial community. Steeper slopes can be observed in the northwestern part of the Uhrynivska territorial community and on the southwestern slopes of Vovchynetskyi Hill (up to 17°). The distribution of the solar energy coefficient received by a particular area of the earth's surface depending on its exposure and angle of inclination is shown. The solar energy coefficient distribution map allows you to visualize the insolation of a particular agricultural land. It can be used to calculate the insolation, i. e. the amount of solar energy received per unit area, and subsequently used in the expert assessment of land plots. In this way, it is possible to determine the total amount of heat that falls on each land plot during the day or the entire growing season. Mathematical modelling methods were used to obtain the illumination characteristics of land located on slopes. *Novelty and practical value*. The experimental studies of the three-dimensional cadastral registration system for the allocation of surface areas with slopes of a certain orientation and the analysis of the results make it possible to use them in the study of the earth's surface relief, which largely determines the fertility of agricultural land, affects environmentally hazardous phenomena, namely: the formation of ravines, floods, mudflows, landslides and avalanches. Therefore, the development and improvement of a three-dimensional cadastral registration system for surface areas is an urgent task for the TC. Our research will contribute to the objectivity of mass assessment, which will allow us to extend the methodology we have applied to other regions of Ukraine and abroad.

*Keywords*: cadastre, registration, land plot, three-dimensional system, real estate object, relief.

Надійшла 21.05.2024 р.