

# ЗАХІДНЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ТОВАРИСТВО УТГК



## МАТЕРІАЛИ

### Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2024»

10-12 квітня 2024р.,  
Львів- Брюховичі

*за спонсорства*



МІРНИЧИЙ  
геодезично-землепорядна група

Львів  
Видавництво Львівської політехніки  
2024

УДК 528; 361; 332; 631  
Г 35

Г 35                    **Матеріали** Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2024», 10–12 квітня 2024 р., Львів–Брюховичі. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: [http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2024/03/ГЕЗИ\\_ГЕОФОРУМ\\_2024.pdf](http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2024/03/ГЕЗИ_ГЕОФОРУМ_2024.pdf), вільний. – Заголовок з екрана. – Мова укр. і англ.  
ISBN 978-966-941-926-2

У збірнику розміщено матеріали ювілейної Міжнародної науково-технічної конференції «ГЕОФОРУМ-2024» (Львів-Брюховичі, 10–12 квітня, 2024 року).

Наведено результати досліджень з геодезії, геодинаміки, фотограмметрії, картографії, ГІС, інженерної геодезії, геодезичного моніторингу у будівництві, кадастру, землеустрою, оцінки нерухомості, військових геодезичних та GIS-технологій.

Збірник матеріалів конференції розрахований на науковців, виробничників геодезичної галузі, аспірантів і студентів старших курсів університетів.

**УДК 528; 361; 332; 631**

*Матеріали публікуються в авторській редакції*

ISBN 978-966-941-811-1

© Національний університет  
«Львівська політехніка», 2024

УДК 528.721

## МОЖЛИВОСТІ ЗАСОБІВ ДЗЗ В ОЦІНЦІ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ПРИМІСЬКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ

Глотов В.<sup>1</sup>, Заєць І.<sup>1</sup>, Савка Г.<sup>2</sup>, Шило Є.<sup>1</sup>,  
Шушняк В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра фотограмметрії та геоінформатики  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна 79013,  
ел. пошта [fhf.dept@lpnu.ua](mailto:fhf.dept@lpnu.ua)

<sup>2</sup>Кафедра геоєкології і фізичної географії  
Львівського національного університету імені Івана  
Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, Львів, Україна 79000,  
[savka.halyna@gmail.com](mailto:savka.halyna@gmail.com)

У 2023–2024 навчальному році в інституті геодезії НУ «Львівська політехніка» стартувала нова освітня програма «Цифрові технології в точному землеробстві». Основний фокус освітньої програми базується на науковій парадигмі цифрового виразу просторової неоднорідності оброблюваних земель, які є визначальною складовою агроєкосистем. Ця освітня програма має міждисциплінарний характер, до її впровадження задіяно п'ять інститутів НУ «Львівська політехніка», зокрема: геодезії, прикладної математики та фундаментальних наук, механічної інженерії та транспорту, гуманітарних та соціальних наук, енергетики та систем керування, а також фахівців інших напрямків: агрономів, ґрунтознавців, ландшафтознавців. Координатором освітньої програми обрано кафедру фотограмметрії та геоінформатики. Такий вибір не випадковий, оскільки сучасні цифрові фотограмметричні методи у поєднанні з ГІС-технологіями є вельми ефективними у кількісній оцінці просторово-часових взаємозв'язків природи і суспільства.

*Ключові слова* – цифрові технології, точне землеробство, екосистемні послуги, фотограмметрія, агроландшафт.

### Мета досліджень

На прикладі конкретної приміської громади м. Львова розкрити можливості засобів ДЗЗ в оцінці екосистемних послуг різнорангових агроландшафтних систем із урахуванням сучасних українських реалій у контексті імплементації освітньої програми «Цифрові технології в точному землеробстві».

### Методологічні засади

Екосистемний підхід, як «стратегія комплексного управління земельними, водними та біологічними ресурсами, яка сприяє збереженню та стійкому їх використанню на справедливій основі» (UNCBD, 2010)), визнаний світовою спільнотою

головним напрямком наукових досліджень для цілей сталого розвитку у XXI столітті. Ця стратегія передбачає оцінку послуг, які надають екосистеми суспільству. Екосистемні послуги поділяють на: 1) забезпечувальні (продукти харчування, клітковина, продукти тваринного походження); 2) регуляторні (регулювання клімату, регулювання води, запобігання ерозії ґрунтів, біологічний контроль, запилення рослин); 3) культурні (естетичні цінності, системи знань, освітні цінності, соціальні відносини, цінності культурної спадщини, відпочинок та екотуризм); 4) допоміжні, які необхідні для виробництва інших послуг (первинне виробництво, виробництво атмосферного кисню, формування та збереження ґрунту, кругообіг поживних речовин, кругообіг води та забезпечення середовища існування). (МА, 2005) Усі зазначені послуги властиві агроєкосистемам, хоча «забезпечувальні» послуги, зазвичай, є пріоритетними для цього типу екосистеми. Оцінку екосистемних послуг проводять за таким алгоритмом: структура та процес екосистеми, функція (здатність надавати послуги), послуга, вигода та цінність.

Визначення структури екосистеми є першим кроком в оцінці екосистемних послуг. Її здійснюють, здебільшого, шляхом картування екосистем за результатами ДЗЗ. Другим кроком є визначення індикаторів сталого розвитку, тобто порогових значень показників змін у функціонуванні екосистеми, які мають загрозувальну для суспільства і природи тенденцію. У звіті Об'єднаного дослідницького центру (Joint Research Centre, JRC) і Служби науки та знань Європейської Комісії «Картографування та оцінка екосистем та їхніх послуг: Оцінка екосистем ЄС» наведено індикатори сталого розвитку на національному (макро) рівні для семи типів екосистем територій країн-членів Європейського Союзу, зокрема, 1) міських екосистем; 2) оброблюваних земель та лук; 3) лісів; 4) внутрішніх ветлендів; 5) вересняків і чагарників / земель з розрідженою рослинністю; 6) річок та озер; 7) морів, перехідних озер та прибережних ветлендів. (Maes та ін., 2020). Низку індикаторів аналізованого звіту визначено за даними моніторингу доквілля європейської програми CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover, яка виконується шляхом періодичного оновлення бази даних земного покриття на основі фотоінтерпретації радіометрично і геометрично скоригованих орторектифікованих супутникових зображень. Зокрема, в агросистемах, які включають оброблювальні землі та луки, до цього класу індикаторів належать такі показники: зміни у землекористуванні (га/рік), площі, що використовуються в с/г (га), протяжність екосистеми (км<sup>2</sup>), просторова оцінка тенденції у різноманітності орних культур (індекс Шенона),

частка перелогів у с/г площах (%), частка с/г угідь високої природної цінності (%), частка органічного землеробства у в с/г угіддях (%), відсоток орних угідь і пасовищ, охоплених Natura 2000 (%).

Поняття «агроекосистема» близьке за змістом до поняття «агроландшафт», тому в науковій літературі їх часто ототожнюють. Перевага ландшафтного підходу у дослідженні екосистемних послуг полягає у феноменальній властивості ландшафту, а саме у його чіткій ієрархічній структурованості. У дослідженні ми використали теоретичні надбання одеської школи ландшафтознавства, зокрема вчення про агроландшафтну систему (АЛС), яка являє собою «сукупність ландшафтних територіальних одиниць, впорядкованих певними просторовими стосунками (зв'язками)» (Svetlichnyі та ін., 1992). Згаданими авторами запропоновано таку ієрархічну структуру агроландшафтних систем. На локальному рівні: 1) *агроландшафтний контур* (АЛ-контур) – елементарна частина системи, яка приблизно однорідна за природною будовою і однорідна за деталями технології природокористування (наприклад, робочий контур поля сівозміни); 2) *агроландшафтний масив* (АЛ-масив) – однорідна група суміжних АЛ-контурів, що об'єднуються єдиним технологічним циклом (наприклад, поле сівозміни). АЛ-масив може складатися з АЛ-підмасивів; 3) *агроландшафтна місцевість* (АЛ-місцевість) – поєднання АЛ-масивів у межах функціональної цілісності з єдиним центром управління. На районному рівні 1) *АЛ-район* – поєднання суміжних АЛ-місцевостей, що утворюють територіальну єдність з вираженням однотипним підходом до землекористування; 2) *АЛ-округа* – група АЛ-районів, що формують територіальну єдність за характером свого розташування щодо великих геосистем (урболандшафтні системи, ландшафт долини великої річки), або ґрунтово-кліматичної єдності (підзони).

#### Територія досліджень та вихідні матеріали

Як об'єкт дослідження, обрано Давидівську територіальну громаду Львівського адміністративного району, яка створена у грудні 2016 р. і розширена у 2020 р. До громади входять 23 села, які об'єднані у старостинські округи: Давидівський, Винниківський, Кротошинський, Пасіки-Зубрицький, Чишківський, Звенигородський, Старосільський, Миколаївський. Площа територіальної громади складає 22 641,90 га, кількість населення – 20 368 осіб. У фізико-географічному відношенні територія громади розташована в межах Малополицької та Розтоцько-Опільської фізико-географічних областей, які розділені смугою так званого Північно-Подільського уступу. Вздовж цього уступу проходить лінія Головного європейського вододілу, яка розмежовує сточища річок Давидівки і Зубри (басейн Дністра) від сточища р. Білки, яка є

допливом р. Полтви (басейн Західного Бугу). У Розтоцько-Опільській області переважають сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені на лесовидних суглинках, а у Малому Поліссі (район Грядового Побужжя) сірі опідзолені та чорноземи опідзолені (на грядках) чергуються з лучно-болотними, болотними, торфово-болотними ґрунтами та торфовищами у міжгрядових долинних меліорованих пониженнях. Понад 70% площі території громади є землями сільськогосподарського призначення.

У дослідженні використано матеріали аерофотознімання 1944, 1964, 1966, 1968 років, ортофотоплани державного земельного кадастру 2011 р., результати аерознімальних робіт у 2017 р. з БПЛА Trimble UX5, серію різночасових космічних знімків оптичного діапазону сервісу Google Earth та спектральних зображень Sentinel-2A, глобальні цифрові моделі рельєфу радарного SRTM і стереоскопічного ASTER космознімання. Ці матеріали опрацьовано за допомогою програмних засобів ArcGis Pro, Pix4D mapper, Trimble Business Center Photogrammetry Module, GuidosToolbox тощо.

#### Результати досліджень

1. На основі опрацювання космознімків та ортофотопланів, отриманих за результатами аерофотознімання і знімання з БПЛА засобами GuidosToolbox створено різномасштабні карти земного покриття (ЗП), як-от: 1) карта регіонального масштабу (1:100 000) на територію Давидівської громади за класифікацією ЗП CORINE Land Cover (CLC); 2) карта субрегіонального масштабу (1:50 000) на територію на чотирьох старостинських округів, які межують із Львівською громадою за класифікацією ЗП LUCAS (Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey); 3) карти локального масштабу (1:10 000) на територію Кротошинського старостинського округу за синтезованою класифікацією ЗП CLC, LUCAS і класифікацією видів земельних угідь (КВЗУ) України.

2. Проведено морфометричний аналіз цифрових моделей рельєфу (ЦМР), а саме SRTM (регіональний і субрегіональний масштаб) та ЦМР створеної за результатами знімання з БПЛА (локальний масштаб). Шляхом опрацювання ЦМР засобами ArcGis Pro створено такі морфометричні карти: ухилу рельєфу, горизонтального розчленування, вертикального розчленування (відносних висот), експозиції схилів, висотних рівнів, тальвегів, вододільних ліній. За розрахунковими морфометричними показниками відібрано ідентифікаційні дескриптори виокремлених морфотипів. Для уточнення меж (делімітаційної корекції) виокремлених морфотипів проаналізовано моделі Landform Classification, Slope Position Classification, Topographic Position Index, побудовані засобами модуля Topography Tools 10.0.

3. Шляхом зіставлення карт земельного покриття, морфотипів рельєфу і карти ґрунтів (оцифрований нами паперовий варіант «Укрземпроект») створено карти агроландшафтів (АЛ): у регіональному масштабі на рівні АЛ-округів, АЛ-районів, АЛ-місцевостей; субрегіональному масштабі – на рівні АЛ-масивів; локальному масштабі – на рівні АЛ-контурів.

4. За результатами опрацювання спектральних зображень Sentinel-2 проаналізовано часову динаміку змін фенологічних та гідрологічних властивостей агроландшафтів на регіональному і субрегіональному рівнях. Оскільки супутникові високороздільні спектральні зображення є доволі вартісними, то ми розглянули можливість поєднання чітких зображень, отриманих з БПЛА і спектральних низькороздільних супутникових зображень Sentinel-2 для оцінки агроландшафтів на локальному рівні.

5. За результатами аналізу різночасових аерофотознімків і космознімків сервісу Google Earth проведено оцінку змін у мозаїці агроландшафту упродовж п'ятдесятирічного періоду, визначено тенденції і вектори урбоекспансії, динаміку ландшафтної модифікації та фрагментації.

#### Висновки

1. Агроландшафти приміської зони м. Львова відображають складні проблеми взаємовідносин міських (urbo), сільських (agro) екосистем. Ці проблеми загострені під час проведення адміністративної та земельної реформ в Україні.

2. Цифрове фотограмметричне опрацювання зображень земної поверхні за результатами БПЛА знімання, аерофотознімання, космознімання дає змогу проводити оцінку екосистемних послуг на регіональному, субрегіональному й локальному рівнях.

3. Через те, що Україна ще не стала членом ЄС, виникають ускладнення з використанням досвіду європейських програм CORINE Land Cover і LUCAS для оцінки екосистемних послуг.

4. В Україні, окрім типових довікових загроз, властивих для західноєвропейських країн, як-от: втрата біорізноманіття, забруднення, деградація землі та зміна клімату, додаються ще й ризики, пов'язані з війною. Це вносить суттєві зміни у методологію оцінки екосистемних послуг.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Ecosystem approach  
<http://www.cbd.int/ecosystem/Accessed> UNCBD.  
(2010).
- Maes, J., Teller, A. та ін. (2020) Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment – supplement, EUR 30161 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, doi:10.2760/519233, JRC120383.
- Millennium Ecosystem Assessment. MA (2005). World Resources Institute, Washington, DC.
- Svetlichnyi, A., Yegorkin, I., Shvebs, H., Lisetsky, F. (1992) Object-oriented approach in designing optimal agrolandscape based upon GIS. Third European conference on GIS. Munich – Germany, March 23–26.