

# ЗЕМЛЕУСТРІЙ, КАДАСТР І МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

## науково-виробничий журнал

### №3 (2024)

щоквартальник

#### ДО УВАГИ АВТОРІВ!

Вимоги до розміщення статті в журналі та на сайті журналу:

- назва статті;
- ім'я та прізвище автора (авторів);
- анотація – 3-6 речень;
- чітка постановка проблеми;
- стислі, але зрозуміло викладені результати інших дослідників;
- мета дослідження;
- виклад дослідження;
- чітко сформульовані та виділені головні думки;
- акцентоване подання наукової новизни, нового знання;
- висновки наприкінці статті (про досягнуті результати, користь від них та про подальші розробки).

У статті має бути переклад англійською (сумарним обсягом не менше, ніж 1000 знаків): назви статті, ім'я та прізвища автора (авторів); анотації на 3-6 речень головних думок, важливих тез і формулювань, тексту, що виявляє наукову новизну (нове знання).

Обов'язковим є список використаних джерел наприкінці статті (праці не лише вітчизняних, а й зарубіжних авторів). Посилання на інших дослідників та на ту чи іншу працю мають позначатися в тексті у квадратних дужках порядком номером цієї праці за списком використаних джерел.

Рекомендований обсяг статті – 16-28 тис. знаків, шрифти найпоширенішого типу, текстовий шрифт та шрифт формул повинні бути різними. Формули чіткі, із загальноприйнятими використанням символів. Таблиці компактні, з назвою та нумерацією. Ілюстративні матеріали повинні бути якісними, придатними для сканування.

Додатково надсилають: інформацію про автора (авторів): ім'я, прізвище, вчене звання, науковий ступінь, посада – усе це українською та англійською мовами (додатково: адреса з поштовим індексом, телефон); заву з підписами авторів про те, що надіслану статтю не було надруковано і не подано до інших видань. Бажано також супроводити матеріали рекомендаціями до друку науковців та фахівців у даній галузі.

Категорично не приймаються описові статті (сукупність загальновідомих характеристик та оцінок об'єкта дослідження або сукупність запозичених характеристик і тез).

Редакція залишає за собою право на скорочення, незначне редагування та виправлення статті (зі збереженням головних висновків та стилю автора).

**Фахова реєстрація у МОН України (Категорія Б):** Наказ №157 від 9.02.2021 року, (економічні науки, 051 спеціальність), Наказ МОН №735 від 29.06.2021 р. (технічні науки, 193 спеціальність) науково-виробничий журнал «Землеустрій, кадастр і моніторинг земель» включено до наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата економічних і технічних наук.

Журнал включений та індексується в наступних міжнародних бібліографічних базах даних: DOAJ, Index Copernicus, Ulrichsweb, CrossRef, ResearchBib, EBSCO Publishing, AGRIS, EuroPub, DRJI, PBN, JournalTOCs, WorldCat, Google Scholar, MIAR, BASE, EZB, SIS.

Державна реєстрація: ідентифікатор медіа R30-02300. Рішення Національної Ради України з питань телебачення і радіомовлення від 21.12.2023 р. № 1795, протокол № 31.

Засновники: Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 1 від 15 серпня 2024 року).

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

##### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**Дорош Йосип**, д. е. н., проф., чл.-кор. НААН

##### ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

**Ковальчук Іван**, д. геогр. н., проф.

**Третяк Антон**, д. е. н., проф., чл.-кор. НААН

**Кохан Світлана**, д. техн. н., проф.

##### ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

**Бутенко Євген**, к. е. н., доц.

##### ЧЛЕНИ КОЛЕГІЇ

**Андрейчук В'ячеслав**, д. геогр. н., проф. (Польща)

**Бабінські Зигмунт**, д. геогр. н., проф. (Польща)

**Бортник Сергій**, д. геогр. н., проф.

**Добряк Дмитро**, д. е. н., проф., чл.-кор. НААН

**Дорош Ольга**, д. е. н., проф.

**Євсюков Тарас**, д. е. н., проф.

**Жуков Олександр**, д.б.н., проф.

**Запотоцький Сергій**, д. геогр. н., проф.

**Кемпа Ольгерд**, д. техн. н. (Польща)

**Ковальчук Володимир**, д. техн. н., с.н.с.

**Ковальчук Павло**, д. техн. н., проф.

**Курильців Роман**, д. е. н., проф.

**Левінські Станіслав**, д. техн. н., проф. (Польща)

**Мартин Андрій**, д. е. н., проф., чл.-кор. НААН

**Новоковський Леонід**, д. е. н., проф., акад. НААН

**Позняк Степан**, д. геогр. н., проф.

**Ровенчак Іван**, д. геогр. н., проф.

**Третяк Валентина**, д. е. н., проф.

**Харитонов Микола**, д. с.-г. н., проф.

**Хвесик Михайло**, д. е. н., проф., акад. НААН

**Шкуратов Олексій**, д. е. н., проф.

#### АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

Видавць НУБіП України,

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.

Свід. ДК № 4097 від 17.06.2011.

#### МАКЕТ, ВЕРСТКА ТА ДРУК

Підписано до друку 21.09.24 року.

Формат 70x100/16 Умовн. друк. арк.: 10,9

Папір офсетний. Друк цифровий.

Гарнітура Times New Roman.

Наклад 100 прим. Зам. №240753

При передруку постановя на «Землеустрій, кадастр і моніторинг земель» обов'язкове. Відповідальність за достовірність інформації несуть автори. Редакція журналу «Землеустрій, кадастр і моніторинг земель» залишає за собою право на незначне скорочення та літературне редагування авторських матеріалів зі збереженням стилю автора і головних висновків.

© Землеустрій, кадастр і моніторинг земель, 2024.

## ЗМІСТ

### ЕКОНОМІКА. ЗЕМЕЛЬНИЙ КАДАСТР, ОЦІНКА ЗЕМЛІ ТА НЕРУХОМОГО МАЙНА

<b>Й. М. Дорош, Р. М. Курильців, М. В. Братінова, О. В. Мионов</b> СКЛАД І ДжЕРЕЛА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	4
<b>Ш. І. Ібатуллин, О. В. Сакаль, А. В. Войтюк, Р. Ю. Деркульський, М. В. Братінова</b> ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗОН ПОДАТКОВИХ РИЗИКІВ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ МЕЖ ТЕРИТОРІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС .....	15

### ЕКОНОМІКА ТА ЕКОЛОГІЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

<b>Д. Ю. Калініченко, В. А. Голян, Н. В. Мединська, І. Зіваткаускієне</b> РЕГУЛЯТОРНИЙ ВПЛИВ НА СФЕРУ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ: ФІСКАЛЬНО-БЮДЖЕТНІ ВИМІРИ .....	26
<b>О. В. Шевченко, А. Г. Мартин, А. О. Кулініч</b> ПІДТРИМКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ .....	40

### НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ГЕОСИСТЕМ

<b>А. О. Кошель, Д. О. Кошель, О. Кемпа</b> ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ .....	56
<b>В. С. Чабанюк, О. П. Дишлик</b> ФОРМАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО КАРКАСА ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ... 64	64
<b>В. А. Назаренко, А. Г. Мартин</b> ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЇ В УКРАЇНІ.....	89

### ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ І КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

<b>А. Г. Мартин, Н. М. Бавровська</b> ЗЕМЛЕВПОРЯДНА ТА ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНА ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ: ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ВИКЛИКИ .....	97
<b>Є. В. Бутенко, О. О. Купенко, О. М. Тертишна, Є. О. Ткачук, К. Д. Ярецька</b> ФОРМУВАННЯ ЩІЛЬНОЇ ХМАРИ ТОЧОК ТА ЇЇ ОПРАЦЮВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ .....	109
<b>Н. А. Колеснік, М. С. Кожем'яко</b> ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ТА МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ В ЗОНІ ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ .....	123

## CONTENTS

### ECONOMY. LAND CADASTRE, LAND AND REAL ESTATE APPRAISAL

<b>Y. Dorosh, R. Kuryltsiv, M. Bratinova, O. Myronov</b> COMPOSITION AND SOURCES OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT FOR AGRICULTURAL LAND VALUATION.....	4
<b>Sh. Ibatullin, O. Sakal, A. Voitiuk, R. Derkul'skyi, M. Bratinova</b> IDENTIFICATION OF LAND PAYMENTS RISK ZONES IN ESTABLISHING TERRITORIAL COMMUNITY BOUNDARIES USING GIS .....	15

### ECONOMICS AND ECOLOGY OF LAND USE

<b>D. Kalinichenko, V. Holian, N. Medynska, I. Zivatkauskienė</b> REGULATORY IMPACT ON THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT IN UKRAINE: FISCAL AND BUDGETARY DIMENSIONS.....	26
<b>O. Shevchenko, A. Martyn, A. Kulinich</b> SUPPORT FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF AGRICULTURAL LAND USE IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE.....	40

### EARTH SCIENCES. GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR MODELING THE STATE OF GEOSYSTEMS

<b>A. Koshel, D. Koshel, O. Kempa</b> GEOINFORMATION SUPPORT FOR STRATEGIC PLANNING AND MONITORING OF REGIONAL DEVELOPMENT OF UKRAINE UNDER MARTIAL LAW .....	56
<b>V. Chabaniuk, O. Dyshlyk</b> FORMALIZATION OF THE CONCEPTUAL FRAMEWORK OF SPATIAL SYSTEMS.....	64
<b>V. Nazarenko, A. Martyn</b> GEOSPATIAL TECHNOLOGIES IN POST-WAR RECONSTRUCTION: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN UKRAINE .....	89

### GEODESY AND LAND MANAGEMENT. TOPOGRAPHIC AND GEODETIC AND CARTOGRAPHIC SUPPORT IN LAND MANAGEMENT

<b>A. Martyn, N. Bavrovska</b> LAND SURVEYING AND GEODETIC SECTORS OF UKRAINE DURING WARTIME: TRANSFORMATIONS AND CHALLENGES .....	97
<b>Ye. Butenko, O. Kutsenko, O. Tertyshna, Ye. Tkachuk, K. Yaretska</b> FORMATION OF A DENSE CLOUD OF POINTS AND ITS PROCESSING WHEN CREATING A DIGITAL MODEL OF THE TERRAIN .....	109
<b>N. Kolesnik, M. Kozhemiako</b> GEODETIC MONITORING OF DEFORMATIONS OF THE EARTH'S SURFACE AND THE MAIN GAS PIPELINE IN THE AREA AFFECTED BY MINING OPERATIONS .....	123

---

---

# ЕКОНОМІКА. ЗЕМЕЛЬНИЙ КАДАСТР, ОЦІНКА ЗЕМЛІ ТА НЕРУХОМОГО МАЙНА

---

---

УДК 332.334.4:63:007

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.01>

---

## СКЛАД І ДЖЕРЕЛА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

---

---

**Й. М. ДОРОШ,**

*д.е.н., професор,*

*член-кореспондент НААН України*

*Інститут землекористування НААН України, м. Київ*

*e-mail: landukrainenaas@gmail.com*

**Р. М. КУРИЛЬЦІВ,**

*д.е.н., професор,*

*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

*e-mail: kuryltsiv@ukr.net*

**М. В. БРАТІНОВА,**

*аспірантка, фахівчиня*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

*Інститут землекористування НААН України, м. Київ*

*e-mail: mbr4119@gmail.com*

**О. В. МИРОНОВ,**

*аспірант*

*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

*e-mail: a.myronow@gmail.com*

**Анотація.** Визначено, що для формування моделі оцінки земель сільськогосподарського призначення необхідно використовувати сучасні методи та інструменти, зокрема дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), машинне навчання та штучний інтелект, аналіз великих даних (Big Data), геоінформаційні системи (ГІС), агроסקаутинг. Встановлено, що склад і джерела інформаційно-аналітичного забезпечення для такої моделі мають вирішальне значення. Нами визначено, що серед факторів, які впливають на ціну та вартість земель сільськогосподарського призначення, слід розглядати такі показники, як екологічна стійкість,



рівень урожайності сільськогосподарських культур, розвиток інфраструктури, технології вирощування, організація виробництва, логістика тощо. Аналіз цих факторів і результати проведених досліджень свідчать про необхідність використання великого обсягу даних для забезпечення точної оцінки земель сільськогосподарського призначення. Врахування зазначених факторів і показників, представлених у дослідженні, дозволить зробити оцінку більш комплексною та об'єктивною, що, у свою чергу, сприятиме прийняттю виважених рішень у сфері земельних відносин. Встановлено, що наявні в державних реєстрах дані не дозволяють об'єктивно визначити вартість земельних ділянок сільськогосподарського призначення. Також зазначено, що джерела інформації для отримання кількісних і якісних показників повинні забезпечувати їх актуальність, повноту, достовірність і своєчасність. Наведено динамічний перелік геопорталів, що рекомендується використовувати для отримання такої інформації.

**Ключові слова:** оцінка земель сільськогосподарського призначення, ринок земельних ділянок, геоінформаційні системи, дистанційне зондування Землі, урожайність культур, екологічна стійкість, родючість ґрунтів, продуктивність ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур.

---

### **Актуальність дослідження**

Загальна тенденція стану земель і землекористування в аграрному секторі України вказує на те, що кращі за своїми властивостями сільськогосподарські землі майже постійно піддаються таким негативним факторам, як ерозія ґрунтів, деградація, а також урбанізація, де безпосередньо впливає антропогенна діяльність. Для моніторингу, управління та оцінки сільськогосподарських земель мають застосовуватися сучасні методи, такі як дистанційне зондування Землі, машинне навчання та штучний інтелект [1], аналіз великих даних, геоінформаційні системи, агроскаутинг [2]. Ці інструменти надають можливість здійснювати оцінювання і прогнозування вартості земельних ділянок з високою точністю. Використовуючи значні обсяги даних, можна будувати складні нелінійні моделі, зокрема для експертної оцінки, оцінки ризиків банкрутства аграрних підприємств, визначення вартості майна під заста-

ву для отримання кредитів та інших адміністративних, планувальних і фінансово-економічних задач. Оцінка земель сільськогосподарського призначення буде використана для прийняття управлінських рішень і розвитку земельної політики.

Для досягнення максимальної ефективності ми пропонуємо вдосконалити методи оцінювання земель сільськогосподарського призначення з урахуванням сучасних технологій і моделей, які дають змогу більш точно та максимально достовірно визначити їх вартість. Ці моделі потребують відповідного інформаційно-аналітичного забезпечення, яке повинно відповідати високим вимогам щодо актуальності, точності, повноти, достовірності даних та джерел інформації. Важливо також включати нові фактори оцінювання, які раніше не враховувалися в традиційних методиках. Наприклад, можна враховувати дані про зміну кліматичних умов, соціально-економічні зміни в регіоні, а також використовувати супутникові

зображення для оцінки стану ґрунтів та рівня врожайності тощо.

### ***Аналіз останніх досліджень і публікацій***

Як зазначають науковці [3], інформаційний ресурс має бути включений до єдиної системи відомостей про землі відповідно до чинного законодавства України – у Державному земельному кадастрі (ДЗК). Платформа містить сотні геопросторових та атрибутивних модулів і об'єктів, таких як Web, ГІС, WMS, NSDI, реляційні бази даних, геосервер, аналітичні інструменти, просторове моделювання тощо. На основі відомостей з порталу ДЗК може бути розроблена модель оцінювання земель.

DeMers та інші [4] у своєму дослідженні запропонували модель LESA (Land Evaluation and Site Assessment), що є структурою для об'єднання кількох факторів в інтегровану оцінку конкретної ділянки для подальшого сільськогосподарського використання. Такі фактори, як родючість та якість ґрунту, продуктивність ґрунтів для вирощування культур та ін. закладені в єдину методику оцінки, що дозволяє більш точно визначити вартість земельної ділянки сільськогосподарського призначення.

Паньків З., Кирильчук А., Бонішко О. [5] встановили, що відновлення права приватної власності на землю та впровадження економічних механізмів регулювання земельних відносин потребують не лише даних про площі та поширення ґрунтів, але й результатів їх якісної оцінки для розробки заходів щодо збалансованого землекористування. Основним недоліком оцінки земель сільськогосподарського призначення

є невідповідність сучасним умовам морфологічних особливостей і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що ставить під сумнів достовірність показників бонітету та нормативної грошової оцінки.

Авторка [6] рекомендує проводити інвентаризацію необоротних активів, включаючи земельні ділянки, один раз на три роки, з розподілом за видами сільськогосподарських угідь: рілля, пасовища, сіножаті, ліси, водойми, землі запасу тощо. Паралельно слід перевіряти наявність установчих документів, договорів оренди, прав власності або сертифікатів та інших документів, що підтверджують право власності чи користування земельними ділянками.

На нашу думку, актуальність отримання відомостей за допомогою сучасних методів та джерел є беззаперечною, адже з плином часу та змінами у світі оперативність і своєчасність отримання достовірної інформації для формування інформаційно-аналітичного забезпечення оцінки земель сільськогосподарського призначення стають вкрай важливими.

**Мета дослідження** – дослідити склад і джерела формування інформаційно-аналітичного забезпечення оцінки земель сільськогосподарського призначення, а також оцінити перспективи їх відповідності сучасним вимогам розвитку землевпорядної науки.

### ***Матеріали і методи дослідження***

У дослідженні використано комплексний метод аналізу, який поєднує різні підходи для отримання максимально точних та об'єктивних результатів. Зокрема, систематичне вивчення змісту інформаційних ма-

теріалів дало змогу проаналізувати наявні джерела даних щодо урожайності сільськогосподарських культур, карт посівів, актуальних цінових пропозицій продажу с/г земель тощо. Крім того, застосовано метод класифікації, який допоміг структурувати інформацію за низкою ключових факторів, що впливають на вартість земель сільськогосподарського призначення. Цей метод дозволив розподілити фактори в моделі оцінки земель за чотири основними блоками.

### **Результати дослідження та їх обговорення**

Структурно модель оцінювання земель сільськогосподарського призначення має включати такі елементи, як алгоритми машинного навчання для аналізу великих масивів даних, методи обробки просторової інформації, а також інструменти прогнозування на основі історичних даних і сценарного аналізу. Крім того, слід враховувати механізми автоматизації збору та аналізу даних, що значно підвищить ефективність і точність оцінки. Геопросторові технології, такі як дистанційне зондування Землі та ГІС, мають необхідні інструменти для оцінки земель. Важливим джерелом інформації про типи земельного покриву є дані ДЗЗ, зокрема супутникові знімки, оскільки вони мають такі переваги, як повторюваність отримання даних у реальному часі, економічність, огляд широкої території тощо, порівняно з традиційними методами, що включають аерофотозйомку та наземні обстеження.

ГІС використовуються для створення просторових шарів даних, розробки правил прийняття рішень та оцінки земель. Це пов'язано з тим,

що оцінка земель розглядається як задача прийняття рішень з багатьма критеріями, а якість ділянки для конкретного використання залежить не лише від значень екологічних змінних на ділянці, але й від її околиць [7]. У створенні бази даних ГІС є цінним інструментом, оскільки їх використовують для збору польових даних, визначення місцезнаходження та оновлення даних.

Комплексний підхід до структуризації моделі оцінки даватиме змогу провести внутрішній поділ геосистеми на складові частини та визначити механізми і фактори, що будуть задіяні в процесі розрахунку вартості земель сільськогосподарського призначення. Варто зазначити, що їх вартість напряму залежить від земельної ренти [8]. Більш детально у структурно-функціональному відношенні фактори, що впливають на економічну ефективність та земельну ренту мають враховуватися в моделі оцінки земель с/г призначення. Нами запропоновано диференціювати ці показники на чотири основні блоки, а саме:

– природа, що є основою урожайності сільськогосподарських культур, яка включає наступні показники: механічний склад ґрунту, вміст гумусу, рівень фотоактивної радіації, рівень кислотності ґрунту, кількість опадів, сума температур за рік, рельєф та мікрорельєф, конфігурація поля, зміни клімату;

– виробництво, як процес відтворення матеріальних благ і виробничих відносин, що містить в собі наступні показники: систему машин, сівозмін, удобрення, захисту рослин, меліорації, насінництво і сорти культур, рівень урожайності, складське господарство та логістику;

– невиробнича сфера діяльності та загальносупільна інфраструктура, у складі якого виокремлено наступні складові, а саме: показники цінкових пропозицій на ринку земельних ділянок [9], адміністративно-господарські витрати, комерційні витрати, капітальні вкладення, ремонт, оборотний капітал, інвестиційні, кредитні та страхові ресурси, фінансовий стан підприємства;

– екологічна стійкість земель, що передбачає визначення рівня хі-

мічного, біологічного, фізичного, радіоактивного та термічного забруднення ґрунтів.

Не менш важливим для формування моделі оцінки земель сільськогосподарського призначення є інформаційно-аналітичне забезпечення, зокрема джерела даних, на основі яких можна отримати кількісні та якісні показники вищезазначених факторів. Одним із таких джерел є ліцензійна версія геопорталу «Увекон» (рис. 1) [10], який на сьогодні

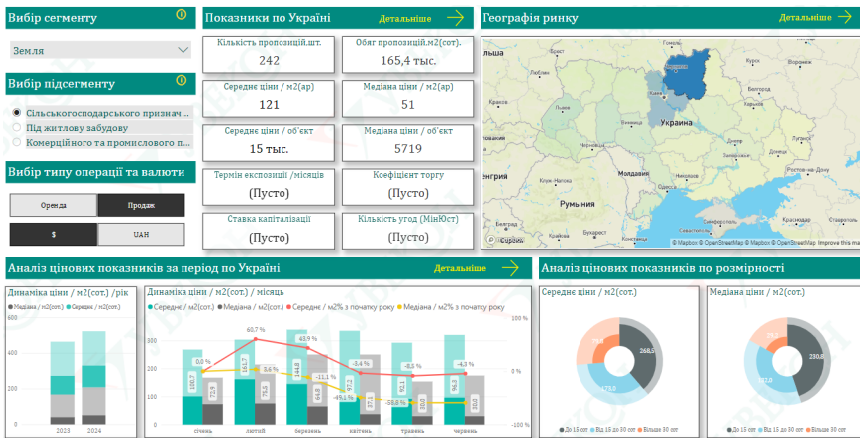


Рис. 1. Динаміка показників земель сільськогосподарського призначення по Чернігівській області

Джерело: [10]

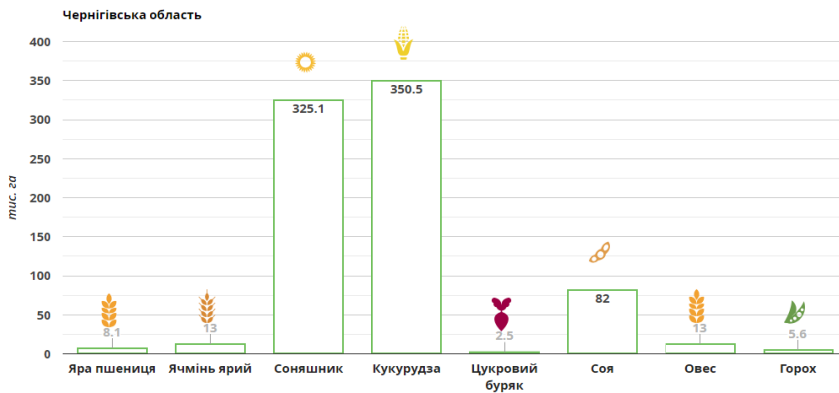


Рис. 2. Рейтинг культур за посівними площами

Джерело: [12]

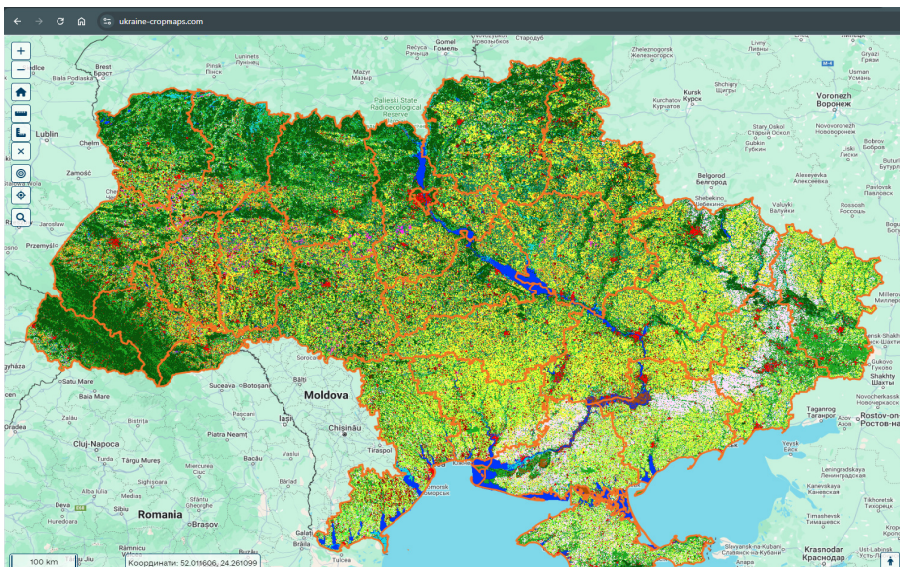


Рис. 3. Карта посівів України

Джерело: [13]

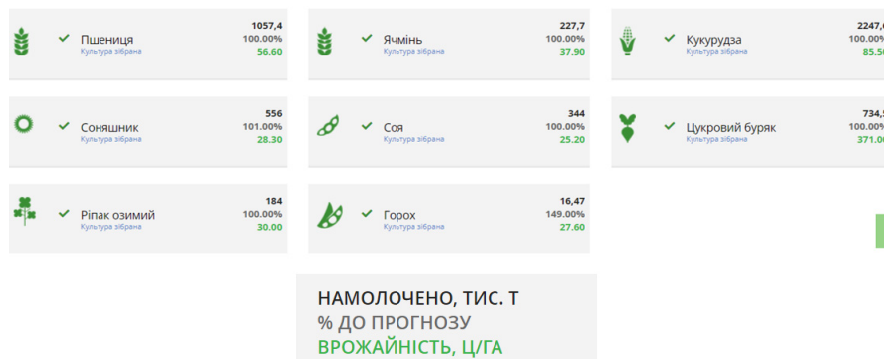


Рис. 4. Врожайність сільськогосподарських культур за 2023 рік в Київській області

Джерело: [14]

є найбільш розвиненою геоінформаційною системою для аналізу цін пропозицій та ринкових коефіцієнтів на українському ринку нерухомого майна. Проте, на жаль, у відкритому доступі відсутні дані щодо кінцевої ціни земельних ділянок, за якою укладаються угоди купівлі-продажу, яка потім відображається у витягах з

Державного реєстру речових прав на нерухоме майно.

В якості джерела для визначення основних культур на супутникових знімках можна використовувати як готові ІТ-рішення на кшталт «spot-monitoring», так і розроблені власноруч на платформі Google [11]. Варто зазначити, що інформацію щодо ос-



новних культур по регіонах також можна знайти на спеціалізованих сайтах (рис. 2, 3) [12, 13].

Визначення середньої врожайності за останні роки для кожної культури можливе також за допомогою інформаційних ресурсів [14] (рис. 4) або на підставі даних Державної служби статистики України [15]. Також не менш важливими є відомості про земельні ділянки з Державного земельного кадастру [16].

Як зазначалося вище, важливо враховувати якість ґрунтів при формуванні моделі оцінки земель сільськогосподарського призначення. Інформація про якість ґрунтів доступна на багатьох сервісах, на кшталт Карти України [17], проте актуальність цих даних викликає певні сумніви, зважаючи на давність проведення досліджень. Водночас варто врахувати і той факт, що постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів» [18] покликана покращити ситуацію з моніторингом якості ґрунтів, проте навіть у ній зазначена обов'язковість проведення моніторингу 1 раз на 20 років, що, зважаючи на загальну тенденцію до пришвидшення еродованості ґрунтів та їх фактичний стан на сьогодні [19], коли 43% ріллі характеризується втратою гумусу і поживних речовин, 39% – переущільнені, 38% – замулені, а 17% піддаються водній ерозії, є недостатньою.

Наведений перелік ГІС-платформ для формування інформаційно-аналітичного забезпечення не є вичерпним і може бути розширеним у ході подальших досліджень та при кінцевій побудові моделі оцінки земель сільськогосподарського призначення.

## ***Висновки і перспективи***

Таким чином, модель оцінки земель сільськогосподарського призначення є багатофункціональним інструментом, що забезпечує ефективне управління як на рівні окремих підприємств, так і на державному рівні, відкриваючи перспективи для подальших досліджень та вдосконалення методологічної бази.

Визначення вартості земель сільськогосподарського призначення має ключове значення у широкому спектрі економічних і правових процесів. Однією з основних сфер застосування є розрахунок трансакційних витрат, які виникають при купівлі-продажу або оренді земельних ділянок. Вартість земельних ресурсів безпосередньо впливає на рівень інвестицій, зокрема на прийняття рішень щодо фінансування агропромислових і інфраструктурних проєктів, що пов'язані з використанням цих земель. Точне визначення вартості земель є критично важливим для прийняття обґрунтованих рішень у плануванні капіталовкладень, оскільки воно дає змогу інвесторам більш конкретно прогнозувати рентабельність проєктів.

На наш погляд, на державному рівні необхідним є більш системний підхід до вирішення будь-яких питань в Україні, у тому числі й в оцінці земель сільськогосподарського призначення. Виходячи з проведеного аналізу факторів моделі оцінки земель с/г призначення, найбільш точні результати визначення вартості земельних ділянок сільськогосподарського призначення потребують великої кількості даних. Відомості, наявні в державних реєстрах, не дають можливості об'єктивно визначити вартість таких земельних ділянок [20], тоді як сучас-

ні ГІС-рішення допомагають отримати необхідні для оцінки дані.

### Список використаної літератури

1. Kupriianchuk I., Stetsiuk M., Bratinova M., Kharytonenko R., Shtogryn H.. Data Collection Methods for Land Evaluation in Ukraine. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023» (Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. 2023, October. DOI <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510096>
2. Dorosh Y., Dorosh A., Derkul'skiy R., Bratinova M. Application of GIS in land management on the example of Ukraine. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*. 2024. № 23. P. 31-41. DOI <https://doi.org/10.31648/aspal.9140>
3. Дорош Й. М., Ібатуллін Ш. І., Тарнопольський А. В., Дорош О. С. Наукове обґрунтування удосконалення системи державного земельного кадастру в Україні: теоретичні та методологічні засади. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2020. № 1. С. 38-49. DOI <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2020.01.05>
4. DeMers M. N., Pease J. R., Nothcrown L., Phillips M. and Ananthanarayanan S. Natural resource evaluation: A national survey of systems. A report to the Soil and Water Conservation Society (SWCS) in partial fulfillment of the requirements of SWCS contract. 2003. Nebraska City, Nebraska. URL: [https://farmlandinfo.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/Enhancing\\_LESA\\_Report\\_1.pdf](https://farmlandinfo.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/Enhancing_LESA_Report_1.pdf)
5. Паньків З., Кирильчук А., Бонішко О. Оцінка ґрунтів сільськогосподарських земель Львівської області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: географія. 2021. 50(1). С. 169-177. DOI <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.1.21>
6. Ціцька Н. Є. Актуальні питання обліку земель сільськогосподарського призначення. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 6. С. 897-900. URL: <http://www.global-national.in.ua/archive/6-2015/183.pdf>
7. Jansen M., Judas M. and Saborowski J. Spatial modeling in forest ecology and management: A case study. *International Journal of Geographical Information Science*. 2004. 18(3). P. 299-300. DOI: 10.1007/978-3-642-56155-9
8. Братінова М. В., Вакулєнко В. Л. Особливості зміни вартості земельних ділянок в умовах забезпечення продовольчої безпеки України. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2023. № 4. С. 79-88. DOI <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.04.08>
9. Ibatullin Sh., Dorosh Y., Sakal O., Krupin V., Kharytonenko R., Bratinova M. Agricultural Land Market in Ukraine: Challenges of Trade Liberalization and Future Land Policy Reforms. *Land*. 2024. № 3. 338. DOI <https://doi.org/10.3390/land13030338>
10. Геоінформаційна система «Увекон». URL: <https://www.uvecon.ua/>
11. Osman M. A. A., Abdel-Rahman E. M., Onono J. O., Olaka L. A., Elhag M. M., Adan M., Tonnang H. E. Z. Mapping, intensities and future prediction of land use/land cover dynamics using google earth engine and CA- artificial neural network model. Mapping, intensities and future prediction of land use/land cover dynamics using google earth engine and CA- artificial neural network model. 2023. PLOS ONE 18(7): e0288694. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288694>
12. Головний сайт про агробізнес «Latifundist.com». Посівна онлайн 2022/23. URL: <https://latifundist.com/pos-evnaya-online-2023>
13. Міністерство аграрної політики України. Карта посівів України. URL: <https://ukraine-cropmaps.com/>



14. Головний сайт про агробізнес «Latifundist.com». Врожай онлайн 2023. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>
15. Держстат України. Сільське, лісове та рибне господарство. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/07/Arch\\_posiv\\_bl.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_posiv_bl.htm)
16. Держгеокадастр. Електронні сервіси. URL: <https://e.land.gov.ua/>
17. Карти України. Родючість ґрунтів України. URL: <https://геомап.land.kiev.ua/fruitfulness.html>
18. Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів: Постанова Кабінету міністрів України від 23 липня 2024 р. № 848. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2024-%D0%BF#-Text>
19. Superagronom. Ми їх втрачаємо! Ґрунти України бідніють і деградують. URL: <https://superagronom.com/articles/727-mi-yih-vtrachayemo-grunti-ukrayini-bidniyut-i-degraduyut>
20. Kurylytsiv R., Myronov O. Analysis of information support in the context of establishing a mass appraisal system for land in Ukraine. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*. 2024. 99. P. 38-45. DOI <https://doi.org/10.23939/istcgcap2024.99.038>

---

### References

1. Kupriianchuk, I., Stetsiuk, M., Bratinova, M., Kharytonenko, R., & Shtogryn, H. (2023, October). Data Collection Methods for Land Evaluation in Ukraine. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023» (Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. DOI <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510096>
2. Dorosh, Y., Dorosh, A., Derkul'skiy, R., Bratinova, M. (2024). Application of GIS in land management on the example of Ukraine. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*. 23. 31-41. DOI <https://doi.org/10.31648/aspal.9140>
3. Dorosh, Y., M., Ibatullin, Sh., I., Tarnopol'skiy, A., V., Dorosh, O., S. (2020). Naukove obgruntuvannya udoskonalennya systemy derzhavnoho zemel'noho kadastru v Ukrayini: teoretychni ta metodolohichni zasady [Scientific rationale for improving the state land cadastre system in Ukraine: theoretical and methodological foundations]. *Zemleustriy, kadastr i monitorynh zemel*. 1. 38-49. DOI <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2020.01.05>
4. DeMers, M., N., Pease, J., R., Nothcrown, L., Phillips, M., and Ananthanarayanan, S. (2003). Natural resource evaluation: A national survey of systems. A report to the Soil and Water Conservation Society (SWCS) in partial fulfillment of the requirements of SWCS contract. Nebraska City, Nebraska. Available at: [https://farmlandinfo.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/Enhancing\\_LESA\\_Report\\_1.pdf](https://farmlandinfo.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/Enhancing_LESA_Report_1.pdf)
5. Pankiv, Z., Kyrlychuk, A., Bonishko, O. (2021). Otsinka gruntiv sil's'kohospodars'kykh zemel' L'viv's'koyi oblasti [Assessment of soils of agricultural lands of Lviv region]. *Naukovi zapysky Ternopil's'kohonatsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Seriya: heohrafiya*. 50(1). 169-177. DOI <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.1.21>
6. Tsitska, N., E. (2015). Aktual'ni pytannya obliku zemel' sil's'kohospodars'kohoprzyznachennya [Current issues of accounting for agricultural land]. *Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky*. 6. 897-900. Available at: <http://www.global-national.in.ua/archive/6-2015/183.pdf>
7. Jansen, M., Judas, M. and Saborowski, J. (2004). Spatial modeling in forest ecology and management: A case study. *International Journal of Geographical Information Science*. 18(3). 299-300. DOI: [10.1007/978-3-642-56155-9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56155-9)
8. Bratinova, M., V., Vakulenko, V., L. (2023). Osoblyvosti zminy vartosti zemel'nykh

- dilyanok v umovakh zabezpechennya prodovol'choyi bezpeky Ukrayiny [Peculiarities of changes in the value of land plots in the context of ensuring food security of Ukraine]. *Zemleustriy, kadastr i monitoringh zemel'*. 4. 79-88. DOI <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.04.08>
9. Ibatullin, Sh., Dorosh, Y., Sakal, O., Krupin, V., Kharytonenko, R., Bratinova, M. (2024). Agricultural Land Market in Ukraine: Challenges of Trade Liberalization and Future Land Policy Reforms. *Land*. 3. 338. DOI <https://doi.org/10.3390/land13030338>
  10. Geoinformation system "Uvekon". Available at: <https://www.uvecon.ua/>
  11. Osman, M., A. A., Abdel-Rahman, E., M., Onono, J., O., Olaka, L., A., Elhag, M., M., Adan, M., Tonnang, H., E. Z. (2023). Mapping, intensities and future prediction of land use/land cover dynamics using google earth engine and CA- artificial neural network model. Mapping, intensities and future prediction of land use/land cover dynamics using google earth engine and CA- artificial neural network model. *PLOS ONE* 18(7): e0288694. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288694>
  12. The main site about agribusiness "Latifundist.com". Sowing online 2022/23. Available at: <https://latifundist.com/po-sevnaya-online-2023>
  13. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. Map of crops of Ukraine. Available at: <https://ukraine-cropmaps.com/>
  14. The main site about agribusiness "Latifundist.com". Harvest Online 2023. Available at: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>
  15. State Statistics Service of Ukraine. Agriculture, forestry and fisheries. Available at: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/07/Arch\\_posiv\\_bl.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_posiv_bl.htm)
  16. State Geocadaster Electronic services. Available at: <https://e.land.gov.ua/>
  17. Maps of Ukraine. Soil fertility of Ukraine. Available at: <https://geomap.land.kiev.ua/fruitfulness.html>
  18. On the approval of the Procedure for conducting land and soil monitoring: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 23, 2024. 848. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2024-%D0%BF#Text>
  19. Superagronom. My yikh vtrachayemo! [We are losing them! The soils of Ukraine are impoverished and degraded]. Available at: <https://superagronom.com/articles/727-mi-yih-vtrachayemo-gruntu-ukrayini-bidniyut-i-degraduyut>
  20. Kuryltsiv, R., Myronov, O. (2024). Analysis of information support in the context of establishing a mass appraisal system for land in Ukraine. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*. 99. 38-45. DOI <https://doi.org/10.23939/istcgcap2024.99.038>
- 

**Dorosh Y., Kuryltsiv R., Bratinova M., Myronov O.**

**COMPOSITION AND SOURCES OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT FOR AGRICULTURAL LAND VALUATION**

*LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 4-14*

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.01>

**Abstract.** *It is determined that in order to form a model for agricultural land valuation, it is necessary to use modern methods and tools, in particular, remote sensing, machine learning and artificial intelligence, big data analysis, geographic information systems (GIS), and agroscouting. It is established that the composition and sources of information and analytical support for such a model are crucial. We have determined that among the factors affecting the price and value of agricultural land, we should consider such indicators as environmental sustainability, crop yields,*

*infrastructure development, cultivation technologies, production organisation, logistics, etc. The analysis of these factors and the results of the studies conducted indicate the need to use a large amount of data to ensure an accurate valuation of agricultural land. Taking into account these factors and the indicators presented in the study will make the assessment more comprehensive and objective, which, in turn, will facilitate informed decision-making in the field of land relations. It is established that the data available in the state registers do not allow for an objective determination of the value of agricultural land plots. It is also noted that the sources of information for obtaining quantitative and qualitative indicators should ensure their relevance, completeness, reliability and timeliness. The author provides a dynamic list of geoportals that are recommended to be used to obtain such information.*

**Key words:** *assessment of agricultural land, land market, geographic information systems, remote sensing, crop yields, environmental sustainability, soil fertility, soil productivity for crops*

---

## **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗОН ПОДАТКОВИХ РИЗИКІВ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ МЕЖ ТЕРИТОРІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС**

---

**Ш.І. ІБАТУЛЛІН,**

*доктор економічних наук, професор, академік НААН,  
Інститут землекористування НААН України,  
Інститут розвитку села та сільського господарства Польської  
академії наук (IRWIR PAN)  
e-mail: shamilibatullin@gmail.com*

**О.В. САКАЛЬ,**

*доктор економічних наук, старший науковий співробітник,  
Інститут землекористування НААН України,  
Інститут розвитку села та сільського господарства Польської  
академії наук (IRWIR PAN)  
e-mail: o\_sakal@ukr.net*

**А.В. ВОЙТЮК,**

*кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,  
начальник відділу аграрної економіки і продовольства НААН України  
e-mail: vdv-tsim@ukr.net*

**Р.Ю. ДЕРКУЛЬСЬКИЙ,**

*кандидат економічних наук,  
Інститут землекористування НААН України  
e-mail: romderk@ukr.net*

**М.В. БРАТІНОВА,**

*аспірантка, фахівчиня,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
Інститут землекористування НААН України  
e-mail: mbr4119@gmail.com*

**Анотація.** Стаття присвячена розкриттю поняття «зони податкових ризиків», їхній ідентифікації із застосуванням геоінформаційних систем (ГІС) та ролі таких зон у процесі встановленні меж територій територіальних громад. Автори досліджують вплив адміністративно-територіальної реформи, проведеної в Україні, на просторову ідентифікацію земельних ділянок як об'єктів оподаткування. Однією з основних проблем, що виникають у процесі встановлення меж територій територіальних громад, є виникнення зон податкової

невизначеності та потенційного виникнення земельних спорів між суміжними громадами. У таких зонах територіальні громади ризикують недоотримати доходи від плати за землю через невизначеність щодо приналежності земельних ділянок до тієї чи іншої громади. У статті розглянуто необхідність точних даних щодо земельних ділянок для ефективного формування податкової політики на місцевому рівні. Використання ГІС дозволяє виявляти такі зони податкових ризиків і надає інструменти для прийняття рішень щодо оптимізації меж громад. Наведено приклади застосування ГІС для аналізу просторових даних щодо меж територій територіальних громад та земельних ділянок, а також оцінку можливих втрат місцевих бюджетів через недоотримання земельного податку на орендній платі за земельні ділянки.

**Ключові слова:** Податкова карта України, земельний податок, орендна плата, комплаєнс-ризик, КАТОТТГ, землеустрій, КОАТУУ, документація із землеустрою.

---

### **Актуальність**

Плата за землю, яка справляється у формі земельного податку або орендної плати за земельні ділянки є одним із джерел доходів місцевих бюджетів територіальних громад України та за оцінками Інституту землекористування НААН України за нинішнього рівня реєстрації земельних ділянок у межах територій територіальних громад відсоток надходжень до місцевого бюджету від плати за землю може становити 5-20% і залежить від різних факторів [1,30]. Однак, адміністративно-територіальна (децентралізаційна) реформа, проведена з 2014 по 2020 роки, разом із формуванням нових територіальних громад (межі багатьох із яких не зареєстровані в Державному земельному кадастрі), виявила низку проблем із просторовою ідентифікацією земельних ділянок як об'єктів оподаткування. Територіальні громади можуть збирати плату за землю лише в межах своєї юрисдикції, яка визначається встановленими межами територіальної громади. Водночас, невизначені межі призводять до

податкових ризиків (комплаєнс-ризиків), які полягають у ймовірності невиконання платником податків податкових зобов'язань, зобов'язань щодо орендної плати саме щодо конкретної територіальної громади та, як результат, до зниження доходів у місцеві бюджети від плати за землю. Невизначеність меж також призводить до виникнення земельних спорів між суміжними територіальними громадами щодо належності земельних ділянок, особливо на територіях, які розташовані на проєктованих межах територіальних громад у процесі розроблення проєктів землеустрою щодо встановлення меж територій територіальних громад, особливо у випадках відсутності затверджених проєктів такі земельні спори є більш поширеними.

Слід зазначити, що Україні об'єктами оподаткування платою за землю є земельні ділянки зареєстровані в Державному земельному кадастрі [2], а земельна ділянка вважається сформованою (зареєстрованою) з моменту присвоєння їй кадастрового номера. Водночас, впровадження нового Кодифікатора адміністратив-

но-територіальних одиниць та територій територіальних громад України (КАТОТТГ) [3] не відображено в кадастрових номерах земельних ділянок, які є їхніми ідентифікаторами. Структура кадастрового номера досі включає код відповідно до Класифікації об'єктів адміністративно-територіального устрою України (КОАТУУ). Витяги з Державного земельного кадастру, які підтверджують реєстрацію меж територіальних громад, також не містять коду КАТОТТГ.

Наша робота зосереджена на розкритті цих проблем і пошуку шляхів їхнього вирішення за допомогою інструментів геоінформаційних систем (ГІС).

### ***Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій***

За словами Emiko Guthe, використання ГІС для створення функціонального податкового реєстру забезпечить муніципалітетам важливий перший крок у податковому циклі, дозволяючи кожній громаді виставляти рахунки за свою податкову базу. Майновий податок базується на географічних особливостях, які існують на поверхні Землі – будівлях, ділянках, сільськогосподарських угіддях тощо – і таким чином може бути відображений у ГІС. Використання ГІС для цілей майнового оподаткування дозволяє муніципалітетам збирати дані про те, що існує на місцевості, керувати просторово прив'язаними даними в базі даних, а потім використовувати цю інформацію для аналізу, звітності, забезпечення прозорості та прийняття рішень [4].

На нашу думку, питання просторової ідентифікації земельних

ділянок як об'єктів оподаткування нерозривно пов'язане із встановленням меж територіальних громад. Цей процес визначає межі юрисдикції органів місцевого самоврядування та забезпечує належне та відповідне стягнення плати за землю, яка спрямовується до відповідного місцевого бюджету саме тієї громади, в межах якої розташовані земельні ділянки.

Як стверджують у своїх публікаціях О. Дорош, Р. Харитоненко, А. Дорош, Р. Деркульський, Ю. Рябова, А. Барвінський, І. Купріянич, Є. Бутенко, в процесі встановлення меж території територіальної громади важливо аналізувати межі населених пунктів, земельних ділянок, зареєстрованих відповідно до КОАТУУ в Державному земельному кадастрі та включених до території територіальної громади, а також КАТОТТГ та інші дані [5]. Необхідно враховувати межі земельних ділянок суміжних територіальних громад, а також земельних ділянок, які відносилися до суміжних територіальних громад відповідно до їх кадастрового номера та коду КОАТУУ [6].

З огляду на вищезазначене, виникають ризики для територіальних громад в Україні, коли невизначеність меж територій територіальних громад призводить до існування зон (зазвичай на територіях прилеглих до проєктних меж територіальних громад), на яких виникають земельні спори та явище податкової невизначеності. Це може проявлятися у таких формах:

1. Обидві суміжні територіальні громади вважають, що земельна ділянка/земельні ділянки у таких зонах знаходяться в межах їхніх територій, що фактично призводить до земельного спору.

2. Жодна територіальна громада не розуміє, чи знаходиться земельна ділянка в її межах.

Це питання є критичним, оскільки розуміння того, які конкретні земельні ділянки розташовані в межах території територіальної громади, дозволить органам місцевого самоврядування економічно обґрунтувати встановлення ставок земельного податку та орендної плати за муніципальну землю залежно від видів цільового призначення.

Дане питання слід розглядати в контексті стратегій розвитку територіальних громад та визначення економічних пріоритетів розвитку на місцевому рівні. Наприклад, якщо територіальна громада стратегічно визначила підтримку промислових виробників, ставки земельного податку та орендної плати за земельні ділянки комунальної власності для земель промисловості можуть бути знижені, що регулюється нормативно-правовими актами місцевого значення. Подібні пільги можуть бути надані землевласникам і користувачам сільськогосподарських земель, житлових і громадських земель або інших призначених для використання земель. Однак для коректного формування податкової політики на місцевому рівні необхідні точні дані щодо видів цільового призначення земельних ділянок, їхньої площі, загальної структури землекористувань в межах юрисдикції конкретної територіальної громади.

Z. Yang спробував емпірично дослідити вплив оподаткування вартості землі на її вартість і вивчив диференційовані ефекти для різних видів використання землі. Він використав панельні дані для муніципалітетів штату Пенсильванія, де застосову-

ється дворівневий податок на нерухомість. Дворівневий податок означає, що вартість землі та вартість будівель на землі оподатковуються за різними ставками. Ян показав, що збільшення ставки податку на землю при зниженні ставки податку на будівлі призводить до збільшення оціненої вартості землі на акр. Крім того, вплив зміни податку відрізняється для житлових земель і для комерційних та промислових земель. Схоже, що житлові землі більш чутливі до змін у податковому диференціалі, ніж комерційні та промислові землі [7].

J. Janoušková та Š. Sobotovičová емпірично оцінили вплив законодавчих змін податків на землю та вартості землі на доходи від земельного податку в Чеській Республіці. Вони дійшли висновку, що низькі доходи чеських муніципалітетів порівняно з іншими муніципалітетами Європейського Союзу пов'язані з методом, який використовує податкова адміністрація для обчислення вартості землі [8].

Зі сказаного вище слідує, що піднята проблема є актуальною не лише для України, а і за кордоном, для України ситуація є ще більш складнішою через проведену реформу децентралізації та певні її пост-наслідки для оподаткування, а також через впровадження нового Кодифікатора адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад України (КАТОТТГ).

**Мета дослідження.** Ідентифікувати, вивчити зони податкових ризиків при встановленні меж територій територіальних громад, оцінити сумарну вартість земельних ділянок, які потенційно потрапляють до таких зон та оцінити розмір можливих надходжень від плати за землю до місце-



вого бюджету із земельних ділянок розташованих у таких зонах.

### **Матеріали і методи наукового дослідження**

У дослідженні застосовано загальнонаукові методи пізнання, зокрема: монографічний, аналізу, прогнозування, узагальнення, абстрактно-логічний метод. У процесі опрацювання наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних учених з питань землеустрою, податкової політики (в частині плати за землю) на місцевому рівні застосовано метод монографічного аналізу.

Використання ГІС-системи QGIS надало можливість порівняти дані з різних джерел щодо меж територіальних громад, сформованих в Україні в результаті реформи децентралізації, та земельних ділянок, розташованих у межах або поруч із цими громадами. Зокрема, ми використовували інформацію про межі територіальних громад з онлайн-платформи "Податкова карта України" – <https://map.tax.gov.ua/main>, яка є офіційною онлайн-платформою, наданою Державною податковою службою України. Ця інтерактивна мапа містить вичерпну інформацію про податкову інфраструктуру країни та спрямована на підвищення прозорості й доступності інформації про податкові надходження. У зв'язку з адміністративно-територіальною реформою в Україні та формуванням територіальних громад, агрегування даних про податкові надходження до місцевих бюджетів здійснюється відповідно до КАТОТТГ.

Ми також завантажили SHP-файли меж територіальних громад, встановлених згідно з затвердженими проектами землеустрою, розроблени-

ми Інститутом землеустрою Національної академії аграрних наук України, до проекту QGIS. Як приклад ми включили дані про земельні ділянки та межі Глеюватської сільської територіальної громади (код КАТОТТГ – UA12060050000031212, Дніпропетровська область).

Оскільки, відповідно до чинного законодавства, об'єктом оподаткування є земельні ділянки, ми додали інформацію про земельні ділянки, зареєстровані в Державному земельному кадастрі, з веб-сайту [kadastr.live](http://kadastr.live), який надає відкриті дані Державного земельного кадастру України щодо земельних ділянок, включно з їхніми межами та кадастровими номерами.

Методом узагальнення та із застосуванням абстрактно-логічного методу сформульовано висновки ідентифікація зон податкових ризиків при встановленні меж територій територіальних громад із застосуванням ГІС.

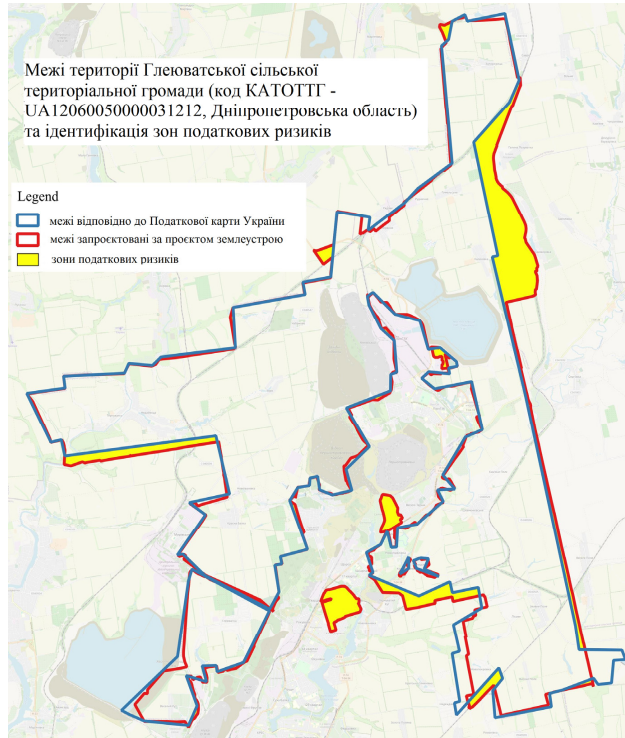
### **Результати дослідження та їх обговорення**

Через просторове перекриття різних полігонів, що представляють межі Глеюватської сільської територіальної громади, зокрема:

1. Полігон з межами Глеюватської сільської громади відповідно до офіційних даних Державної податкової служби України – Податкової карти України.

2. Полігон з межами, отриманими від Державного науково-виробничого підприємства "Картографія" та Управління ООН з координації гуманітарних справ [9].

3. Полігон з проєктованими межами згідно з проєктом землеустрою для встановлення меж Глеюватської сільської територіальної громади.



**Рис. 1. Ідентифікація зон податкових ризиків у QGIS для досліджуваної територіальної громади**

\* розроблено авторами

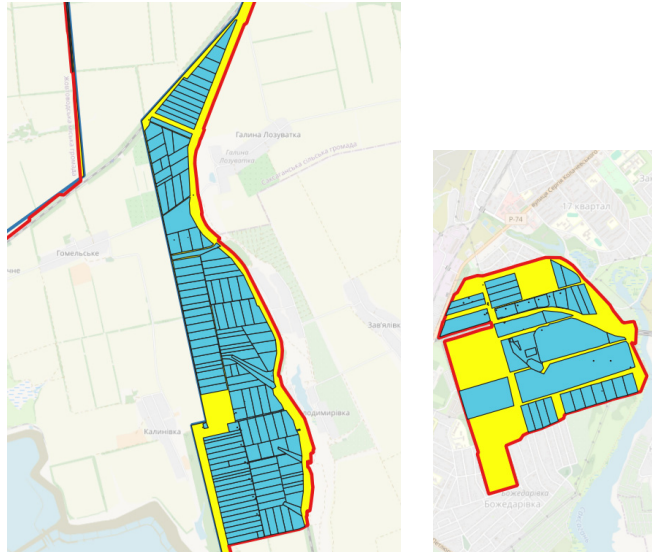
В процесі досліджень та практичної діяльності нами виявлено зони, в яких земельні ділянки згідно з даними Податкової карти України, не включені до меж території територіальної громади. Ці потенційні "зони податкових ризиків" (позначені жовтим кольором) свідчать про те, що їх не включення до меж території територіальної громади може призвести до недоотримання плати за землю до місцевого бюджету територіальної громади (рис. 1).

Відповідно, інформація про податкові надходження у громаді (агрегація даних відбувається по КАТОТТГ), що надається Державною податковою службою, може бути не-

точною. Однією із причин цього є те, що витяги з Державного земельного кадастру та кадастрові номери не містять інформації щодо КАТОТТГ, до якого відноситься земельна ділянка та власне ідентифікації земельних ділянок відповідно до певних КАТОТТГ. Структура кадастрового номера, який є власне ідентифікатором земельної ділянки виглядає наступним чином:

НКЗ : НКК : НЗД, або XXXXXXXXXXXX:XX,

де: НКЗ – дванадцятизначний номер кадастрової зони (максимум 999999999999), де останні дві цифри відокремлені від пер-



**Рис. 2-3. Земельні ділянки, які повністю потрапляють до зон податкових ризиків**

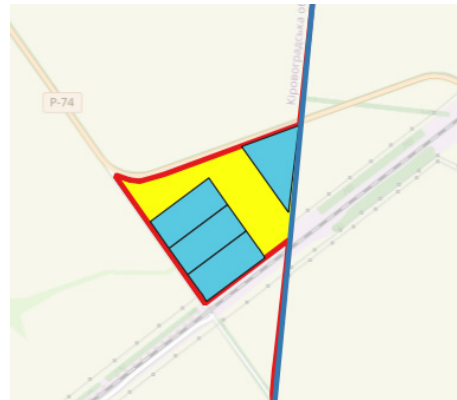
\* розроблено авторами

ших десяти двокрапкою, тобто XXXXXXXXXX:XX; Перші 10 цифр – це код згідно з КОАТУУ, який діяв до адміністративно-територіальної реформи і на заміну якого введено КАТОТТГ.

НКК – тризначний номер кадастрового кварталу в межах кадастрової зони (максимум 999 кадастрових кварталів в кадастровій зоні).

НЗД – чотиризначний номер земельної ділянки в межах кадастрового кварталу (максимум 9999 земельних ділянок в кадастровому кварталі) [10].

Водночас слід зазначити, що не лише у витягах з Державного земельного кадастру про земельні ділянки відсутня інформація щодо КАТОТТГ, а і власне витяги з Державного земельного кадастру про землі в межах території територіальної громади, які включають інформацію про матеріа-



**Рис. 4. Земельні ділянки, які повністю потрапляють до зон податкових ризиків**

\* розроблено авторами

ли, на підставі яких встановлені межі територіальної громади та формуються після реєстрації меж у Державному земельному кадастрі не містять КАТОТТГ.

В процесі дослідження нами обчислено сумарну нормативну грошову оцінку земельних ділянок, які розташовані у зонах податкових ризиків територіальної громади та зображені на рис. 2-4. При цьому слід зазначити, що до обрахунку були взяті лише ті земельні ділянки, які просторово повністю розташовані у межах зон податкових ризиків. Таким чином сума нормативних грошових оцінок земельних ділянок, розміщених у цих зонах становить: 31 766 944 грн (станом на 9 серпня 2024 року).

Враховуючи рішення Глеюватської сільської ради від 13.07.2023 року № 1902-XXII/VIII «Про встановлення ставок плати за землю та пільг із земельного податку на території Глеюватської сільської ради на 2024 рік» ми оцінили потенційний сумарний розмір земельного податку із земельних ділянок, які розміщені в межах ідентифікованих зонах податкових ризиків і він становить 323 683 грн.

### ***Висновки та перспективи***

У результаті проведеного дослідження встановлено, що використання геоінформаційних систем (ГІС) для ідентифікації зон податкових ризиків при встановленні меж територіальних громад є ефективним інструментом для вирішення проблем, пов'язаних із просторовою невизначеністю належності земельних ділянок до меж територій територіальних громад. Головною проблемою є виникнення зон податкової невизначеності, які можуть призводити до недоотримання доходів до місцевих бюджетів. Просторова ідентифікація земельних ділянок як об'єктів оподаткування є важливою умовою

для забезпечення відповідності податкових та орендних платежів до місцевих бюджетів. Безперечним є факт, що у масштабах країни кількість земельних ділянок не змінюється, а в даному контексті плата за землю нами розглядається саме на місцевому рівні, адже включення земельних ділянок і цих умовних «зон податкових ризиків» може відбутися до території однієї чи іншої суміжної територіальної громади. З іншого боку ставки плати за землю та пільги із земельного податку в різних громадах теж можуть відрізнятися, тобто в межах території однієї територіальної громади землевласники і землекористувачі сплачуватимуть більше, а іншої потенційно – менше.

Встановлено, що адміністративно-територіальна реформа в Україні створила ситуацію, коли межі багатьох новостворених громад залишаються незареєстрованими в Державному земельному кадастрі, що ускладнює процес оподаткування земельних ділянок та нарахування орендної плати за земельні ділянки. Окрім того, відсутність актуалізації кадастрових номерів відповідно до нового Кодифікатора адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад (КАТОТТГ) створює додаткові бар'єри для ефективного ведення податкового обліку.

Важливим аспектом для податкової політики місцевого рівня є точна просторова інформація про земельні ділянки та їх правовий статус, оскільки це впливає на обчислення земельного податку і орендної плати. Надходження від плати за землю фактично залежить від того, як буде запроєктована межа території територіальної громади відносно зони податкового

ризиків і чи земельні ділянки, які входять до такої зони стануть частиною однієї громади чи іншої в процесі розроблення проєктів землеустрою щодо встановлення меж територій територіальних громад. Потенційно такі зони можуть перетворитися на зони земельних спорів між суміжними територіальними громадами до затвердження проєктів землеустрою або навіть і після затвердження (у судовому порядку). Ідентифікація таких зон є важливою та лежить на перетині галузей землеустрою, адміністративно-територіального устрою, оподаткування, статистики тощо.

Крім того, як показали дослідження, доцільним є внесення змін до Порядку ведення Державного земельного кадастру, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051 у вигляді доповнень у формат витягів із Державного земельного кадастру щодо земель у межах територіальної громади з включенням КАТОТТГ та потенційного включення інформації про КАТОТТГ до витягів із Державного земельного кадастру про земельні ділянки. Це сприятиме зниженню податкових ризиків, підвищенню прозорості та ефективності податкової політики на місцевому рівні.

Результати дослідження можуть бути використані для подальшого вдосконалення земельно-податкової політики та управління землями на рівні територіальних громад, зокрема в умовах децентралізації.

Частина цього дослідження виконана Ш. Ібагуллінім та О. Сакаль у проєкті «Substantiation and measures for implementation of a human rights based integrated approach to rural development, food security and land policy in post-war rebuilding of Ukraine»

(скор. «rUAR: Rebuild Rural Ukraine») фінансованому в рамках програми «Long-term program of support of the Ukrainian research teams at the Polish Academy of Sciences carried out in collaboration with the U.S. National Academy of Sciences with the financial support of external partners».

#### Список використаної літератури

1. Цільова програма охорони та використання земель Перечинської міської територіальної громади на 2024 – 2026 роки [Електронний ресурс]. 2024. URL: <https://pmr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/04/TSilova-programa.-Perechyns-TG.pdf>
2. Податковий кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17?lang=en>
3. Указ Президента України №180/2021 від 15 квітня 2021 року "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 15 квітня 2021 року "Про заходи державної регіональної політики щодо підтримки децентралізації влади". Офіційне інтернет-представництво Президента України. 2021. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/1802021-38825>
4. Guthe, E. Utilizing GIS to support municipal tax collection. Planning and Local Governance Project (PLGP) in Albania. 2015. URL: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00N1ZC.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00N1ZC.pdf)
5. Dorosh O., Kharytonenko R., Dorosh A., Derkul'skyi R., Riabova Y. Geographic Information Systems and Technologies in Establishing the Boundaries of Territorial Communities in Practical Terms // 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2023, Volume 2023, p.1 - 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520058>



6. Kharytonenko R., Barvynskiy A., Derkul'skiy R., Kupriianchuk I., Butenko Y. Study of Problematic Issues in Establishing the Borders of Territorial Communities and Entering Data About Them into the State Land Cadastre // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2022», Oct 2022, Volume 2022, p.1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590036>
7. Yang Z. Differential effects of land value taxation // *Journal of Housing Economics*. 2018. Vol. 39. P. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2017.11.002>
8. Janoušková J., Sobotovičová Š. Fiscal autonomy of municipalities in the context of land taxation in the Czech Republic // *Land Use Policy*. 2019. Vol. 82. P. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.048>
9. Ukraine - Subnational Administrative Boundaries - Humanitarian Data Exchange. Humdata.org. 2024. URL: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-ukr>
10. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text>
3. President of Ukraine. (2021). Decree of the President of Ukraine No. 180/2021: On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated April 15, 2021, "On measures of state regional policy to support decentralization of power". Official Internet Representation of the President of Ukraine. Available at: <https://www.president.gov.ua/documents/1802021-38825>
4. Guthe, E. (2015). Utilizing GIS to support municipal tax collection. Planning and Local Governance Project (PLGP) in Albania. Available at: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00N1ZC.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00N1ZC.pdf)
5. Dorosh, O., Kharytonenko, R., Dorosh, A., Derkul'skiy, R., & Riabova Y. (2023). Geographic Information Systems and Technologies in Establishing the Boundaries of Territorial Communities in Practical Terms. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520058>
6. Kharytonenko, R., Barvynskiy, A., Derkul'skiy, R., Kupriianchuk, I. & Butenko, Y. (2022). Study of Problematic Issues in Establishing the Borders of Territorial Communities and Entering Data About Them into the State Land Cadastre. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590036>
7. Yang, Z. (2018). Differential effects of land value taxation. *Journal of Housing Economics*, 39, 33–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2017.11.002>
8. Janoušková, J., & Sobotovičová, Š. (2019). Fiscal autonomy of municipalities in the context of land taxation in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 82, 30–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.048>
9. Ukraine - Subnational Administrative Boundaries - Humanitarian Data Exchange. (2024). Humdata.org. Available at: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-ukr>
10. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051. [On Approv-

---

### References

1. Tsilova prohrana okhorony ta vykorystannia zemel Perechynskoi miskoi terytorialnoi hromady na 2024 – 2026 roky. [Target Program for the Protection and Use of Land in the Perechyn Municipal Territorial Community for 2024–2026]. (2024). URL: <https://pmr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/04/Tsilova-programa.-Perechyns-TG.pdf>
2. Verkhovna Rada of Ukraine (2010). Tax Code of Ukraine. Official Website of the Parliament of Ukraine. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17?lang=en>
3. President of Ukraine. (2021). Decree of the President of Ukraine No. 180/2021: On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated April 15, 2021, "On measures of state regional policy to support decentralization of power". Official Internet Representation of the President of Ukraine. Available at: <https://www.president.gov.ua/documents/1802021-38825>
4. Guthe, E. (2015). Utilizing GIS to support municipal tax collection. Planning and Local Governance Project (PLGP) in Albania. Available at: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00N1ZC.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00N1ZC.pdf)
5. Dorosh, O., Kharytonenko, R., Dorosh, A., Derkul'skiy, R., & Riabova Y. (2023). Geographic Information Systems and Technologies in Establishing the Boundaries of Territorial Communities in Practical Terms. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520058>
6. Kharytonenko, R., Barvynskiy, A., Derkul'skiy, R., Kupriianchuk, I. & Butenko, Y. (2022). Study of Problematic Issues in Establishing the Borders of Territorial Communities and Entering Data About Them into the State Land Cadastre. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590036>
7. Yang, Z. (2018). Differential effects of land value taxation. *Journal of Housing Economics*, 39, 33–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2017.11.002>
8. Janoušková, J., & Sobotovičová, Š. (2019). Fiscal autonomy of municipalities in the context of land taxation in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 82, 30–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.048>
9. Ukraine - Subnational Administrative Boundaries - Humanitarian Data Exchange. (2024). Humdata.org. Available at: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-ukr>
10. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051. [On Approv-

al of the Procedure for Maintaining the State Land Cadastre: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated Oc-

tober 17, 2012, No. 1051.] (2012). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text>

---

**Ibatullin Sh., Sakal O., Voitiuk A., Derkul'skyi R., Bratinova M.**

**IDENTIFICATION OF LAND PAYMENTS RISK ZONES IN ESTABLISHING TERRITORIAL COMMUNITY BOUNDARIES USING GIS**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 15-25.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.02>

**Abstract.** The article is dedicated to the concept of "tax risk zones," their identification using Geographic Information Systems (GIS), and the role of these zones in the process of establishing territorial community boundaries. The authors examine the impact of the administrative-territorial reform carried out in Ukraine on the spatial identification of land parcels as tax objects. One of the main issues arising during the process of establishing territorial community boundaries is the emergence of tax uncertainty zones and the potential for land disputes between neighboring communities. In such zones, territorial communities risk losing land tax revenue due to uncertainty about the ownership of land parcels by one community or another. The article emphasizes the need for accurate data on land parcels to effectively shape tax policies at the local level. The use of GIS allows the identification of these tax risk zones and provides tools for decision-making regarding the optimization of community boundaries. The article provides examples of the application of GIS for the analysis of spatial data on territorial boundaries and land parcels, as well as an assessment of potential local budget losses due to uncollected land tax and rental payments.

**Keywords:** Tax map of Ukraine, land tax, rental payment, compliance risk, CATUTTC, land management, COATSU, land management documentation.

---



# ЕКОНОМІКА ТА ЕКОЛОГІЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

УДК 338.504.06

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.03>

## РЕГУЛЯТОРНИЙ ВПЛИВ НА СФЕРУ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ: ФІСКАЛЬНО-БЮДЖЕТНІ ВИМІРИ

**Д. Ю. КАЛІНІЧЕНКО,**

*кандидат технічних наук, Національний університет біоресурсів і  
природокористування України, Україна,*

*Email: [okrug.kalinichenko@gmail.com](mailto:okrug.kalinichenko@gmail.com)*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3689-3467>*

**В. А. ГОЛЯН,**

*доктор економічних наук, професор, відокремлений підрозділ  
Національного університету біоресурсів і природокористування України  
«Боярська лісова дослідна станція», Україна,*

*Email: [golian\\_v@ukr.net](mailto:golian_v@ukr.net)*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2502-4573>*

**Н. В. МЕДИНСЬКА,**

*доктор економічних наук, доцент,  
в.о. завідувача кафедри земельного кадастру,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

*Email: [medynska.n@nubip.edu.ua](mailto:medynska.n@nubip.edu.ua)*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2573-0205>*

**І. ЗІВАТКАУСКІЄНЕ,**

*доктор наук, керівник відділу освіти муніципалітету Казлу-Руда,  
Литва,*

*Email: [ina.zivatkauskiene@kazluruda.lt](mailto:ina.zivatkauskiene@kazluruda.lt)*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-6737-6640>*

**Анотація.** Обґрунтовано, що повільні темпи модернізації та реконструкції індустрії поводження з відходами в Україні значною мірою зумовлені надмірною уніфікованістю набору фіскальних, бюджетних, кредитних, митних та компенсаційних інструментів регуляторного впливу на процеси утворення, розміщення, утилізації та захоронення промислових та побутових відходів. Встановлено, що фіскально-бюджетні виміри регулювання сфери поводження з відходами

в Україні мають оперувати набором регуляторних підойм, котрі будуть стимулювати процеси активізації ресурсозбереження у потоках вторинних ресурсів і забезпечуватимуть результативне використання ресурсної цінності вторинної природної сировини. Виявлено, що форсування процесів використання ресурсної цінності побутового сміття в енергетичних цілях потребує використання фінансових стимулів, в першу чергу в частині активізації інноваційної діяльності, зокрема щодо технології виробництва газоподібного та твердого біологічного палива. Обґрунтовано, що передовий іноземний досвід використання інструменту пільгового оподаткування та фінансово-бюджетної підтримки реалізації проєктів ресурсозбереження на основі утилізації ресурсної цінності різноманітних видів відходів довів свою цінність і повною мірою може бути використаний у вітчизняній практиці фіскально-бюджетного регулювання сфери поводження з відходами. Виявлено, що диференціація ставок екологічних податків за утворення та розміщення відходів на порядок збільшить обсяги використання відходів для виробництва теплової та електричної енергії, оскільки менші ставки податків при спалюванні відходів для виробництва енергії є вагомим стимулятором для суб'єктів вторинного ресурсокористування. Встановлено, що екологічний податок за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах та за утворення радіоактивних відходів має концентруватися у спеціальних фондах публічних бюджетів різного таксономічного рівня і кошти цих фондів мають використовуватися на розбудову інфраструктури поводження з радіоактивними відходами, на надання субсидій споживачам енергії з відновних джерел та дотацій суб'єктам виробничо-господарської діяльності, котрі реалізують проєкти утилізації вторинної природної сировини з метою виробництва різноманітних видів твердого та газоподібного біопалива.

**Ключові слова:** фіскально-бюджетні виміри, регулювання, поводження з відходами, радіоактивні відходи, ресурсозбереження, інвестиції.

## Постановка проблеми

Україна відноситься до групи країн, які відзначаються великою кількістю невирішених проблем поводження з відходами, що призвело до консервації значних площ розміщення як промислових відходів, так і побутового сміття, що негативним чином впливає на стан навколишнього природного середовища та послаблює асиміляційний потенціал територій. Така ситуація формувалася десятиліттями ще з часів командно-адміністративної економіки. У перехідний до ринку період, який відзначався високим рівнем стагнації національ-

ної економіки, проблеми поводження з відходами ще більше ускладнилися. Значною мірою вирішення проблем поводження з відходами не набувало тривалий період необхідних масштабів внаслідок відсутності відповідної мотивації як у підприємницькому середовищі, так і в системі комунального господарства. Вирішальний вплив мала надмірна звуженість інструментів фіскально-бюджетного регулювання проєктів утилізації відходів, зокрема вторинної природної сировини та побутового сміття, в енергетичних та виробничих цілях. Незважаючи на вибір євроінтеграційного вектору розвитку, в Україні надзвичайно

повільно умонтовуються у систему фіскально-бюджетного регулювання поведження з відходами практики передових країн стосовно податкового, кредитного та компенсаційного стимулювання утилізації ресурсної цінності побутового сміття та упорядкування системи безпечного поведження з радіоактивними відходами.

### ***Аналіз останніх досліджень і публікацій***

В останні роки у зв'язку зі зміною пріоритетів у сфері охорони навколишнього природного середовища та сфері біоенергетики у вітчизняній економічній науці поглибилися дослідження, пов'язані з розробленням сучасного інструментарію модернізації та реконструкції індустрії поведження з відходами з метою активізації процесів ресурсо- та енергозбереження. Однією з основних проблем модернізації системи поведження з відходами є утилізація побутового сміття в енергетичних та виробничих цілях. Зокрема, В.Іщенко стверджує, що виробництво біогазу та твердого біопалива з побутового сміття може бути ефективним способом використання відходів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище [1]. Д.Токарчук також переконаний, що побутове сміття може бути перероблене у біогаз за допомогою процесу біологічного розкладання (біометанізації). Біогаз, який складається переважно з метану, може бути використаний для виробництва електроенергії та тепла або як біопаливо для транспорту. В Україні вже існують деякі проекти з виробництва біогазу з побутового сміття. Побутове сміття також може бути використане для виробництва твердого біопалива, такого як брикети або пелети. Це може

бути використано для опалення або генерації електроенергії. Для розвитку виробництва біогазу та твердого біопалива з побутового сміття важливо стимулювати інновації та дослідження в цій галузі. Це може включати фінансову підтримку досліджень, розвитку нових технологій та покращення існуючих процесів утилізації вторинної сировини [6]. Тобто форсування процесів використання ресурсної цінності побутового сміття в енергетичних цілях потребує використання фінансових стимулів, в першу чергу в частині активізації інноваційної діяльності, зокрема щодо технології виробництва газоподібного та твердого біологічного палива. Більше того, досягнення проривних змін в цьому напрямі потребує не просто механічного застосування інструментів підтримки проєктів ресурсозбереження, а їх логічного поєднання та взаємодоповнення через розроблення фіскально-бюджетного інструментарію.

Фіскально-бюджетний інструментарій регулювання сфери поведження з відходами в Україні необхідно зорієнтувати на стимулювання процесів підвищення рівня використання відходів як вторинної сировини, що має вагоме значення для розвитку національного господарства як в частині зміцнення енергетичної самодостатності країни, так і в частині розширення бази вторинного ресурсокористування у виробничих цілях. На думку Ю.Маковецької, основними чинниками низького рівня використання відходів як вторинних ресурсів в Україні є: недосконалість та недостатність нормативно-правового забезпечення у сфері поведження з відходами; недостатність використання наявності економічних важелів для забезпечення збирання і переро-

блення відходів виробництва та споживання; недоліки існуючої системи саночистки міст і сіл України; повна невідповідність системи збирання та переробки матеріалів та продукції, що втратила належну споживчу якість (відпрацьовані транспортні засоби, електронне та електричне обладнання, побутові батареї та акумулятори та ін.) [2]. Якщо внаслідок поглиблення децентралізації влади та укрупнення територіальних громад все активніше комунальні служби розбудовують інфраструктуру роздільного збирання ресурсоцінних компонентів побутового сміття, то в царині фіскально-бюджетного стимулювання вторинного ресурсокористування спостерігається надмірна звуженість регуляторних підойм, а це втрата значних обсягів цінної вторинної сировини, котра може забезпечувати створення доданої вартості.

На необхідності розширення спектра заохочувальних фіскальних та фінансово-бюджетних і кредитних інструментів у сфері ресурсозбереження акцентує увагу І.Сотник. На її думку, до фіскальних інструментів варто віднести: диференціацію податків, податкові пільги на інвестиції в ресурсозбереження, податкові пільги на виробництво ресурсоефективної продукції, пільгове оподаткування на діяльність, яка орієнтована на ресурсозбереження, пільгове оподаткування на використання виснажених і малопродуктивних джерел чи родовищ природних ресурсів, зашвидка амортизація ресурсозберігаючого устаткування з урахуванням впливу ресурсозбереження на екологічну ситуацію. Фінансово-бюджетними інструментами стимулювання ресурсозбереження виступають: субсидії (на здійснення ресурсозберігаючих програм

загальнодержавного, регіонального значення, на реалізацію пілотних ресурсозберігаючих проєктів, визначення тимчасових нормативів витрат ресурсів, забруднення навколишнього середовища (через субсидування)); преміювання та подяка за успіхи у проведенні ресурсозберігаючої діяльності на виробництві, за економне та раціональне використання природних ресурсів, за освітню, інформаційну роботу в сфері ресурсозбереження; дотації (на виробництво ресурсоефективної продукції і технологій, на просування на ринку та впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій, на особливо ощадливе використання ресурсів (для унікальних ресурсів)) [5]. Передовий іноземний досвід використання інструменту пільгового оподаткування та фінансово-бюджетної підтримки реалізації проєктів ресурсозбереження на основі утилізації ресурсної цінності різноманітних видів відходів довів свою цінність і повною мірою може бути використаний у вітчизняній практиці фіскально-бюджетного регулювання сфери поводження з відходами.

Водночас поряд з проблемою фіскально-бюджетної підтримки проєктів утилізації вторинної природної сировини та побутового сміття, в першу чергу в енергетичних цілях, надзвичайно актуальною проблемою виступає проблема утилізації та знешкодження радіоактивних відходів.

**Мета статті.** Метою статті є ідентифікація фіскально-бюджетних вимірів регуляторного впливу на сферу поводження з відходами в Україні, зокрема в частині реалізації проєктів ресурсозбереження на основі утилізації вторинної природної сировини та формування сучасного фінансового інструментарію стимулювання проєк-

тів безпечного поводження та використання радіоактивних відходів.

### ***Матеріали і методи наукового дослідження***

Під час проведення дослідження щодо регуляторного впливу на сферу поводження з відходами використовувались такі загально прийняті методи наукового дослідження: теоретичний метод, монографічний метод, метод експертних оцінок, порівняльний метод та метод узагальнення.

### ***Результати дослідження та їх обговорення***

Сфера поводження з відходами має значні потенційні можливості як в частині розширення ресурсної бази розвитку господарського комплексу, так і в частині розвитку біоенергетики. Масове впровадження технології утилізації ресурсної цінності вторинної природної сировини та побутового сміття в енергетичних цілях дасть змогу зміцнити рівень господарської та енергетичної самодостатності країни, що виступає ключовою складовою національної безпеки в умовах російського вторгнення.

З огляду на наявність великої кількості невіршених проблем розміщення та утилізації відходів гостро постала проблема формування не власне економічного механізму правильного поводження з відходами, а економічного механізму їх якісного використання у різних фазах еколанцюга, зокрема: у виробництві продуктів енергетики, використанні як добрива, застосуванні як частини оборотних засобів. Необхідно створити такий економічний механізм, який за своєю природою буде зорієн-

тований на стимулювання процесів збереження природних ресурсів як у галузі використання екосировини, так і в виробництві утилізації вторинних природних ресурсів, що мають корисне ресурсне значення, зокрема для виробництва біологічного палива.

Водночас такий механізм також має враховувати наявні фізико-хімічні обмеження щодо користування радіоактивними відходами. Основна проблема, пов'язана з радіоактивними відходами в Україні – це необхідність безпечного зберігання та обробки радіоактивних відходів, які накопичилися внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС та інших ядерних установках. Є також проблеми з деактивацією забруднених територій та об'єктів, що потребують спеціалізованих технологій та фінансування. Сьогодні приділяється недостатня увага до моніторингу радіаційної безпеки та контролю за радіоактивними викидами в інших галузях промисловості.

Через значне збільшення виробництва додаткових обсягів енергетичної сировини на основі утилізації вторинної сировини важливо говорити про уведення поняття економічного механізму ресурсозбереження та енергоефективного природокористування. З огляду на це, бажано вторинне ресурсокористування розглядати як елемент ресурсозбереження й енергоефективного природокористування, а також як ключову ланку використання додаткових резервів виробництва енергетичних продуктів з відновних джерел. Це також дасть можливість виконати значну кількість вимог міжнародних природоохоронних конвенцій як в частині мінімізації негативних наслідків глобального потепління, так і в частині збільшення обсягів виробництва електричної та теплової енергії з відновних джерел.

Активізація вторинного ресурсокористування надає можливість вирішити проблему дефіцитності деяких видів мінерально-сировинних ресурсів, зокрема паливно-енергетичних, і знизити наявну потребу в імпорті мінеральної сировини, яка є запорукою енергетичної самостійності й є дуже важливим в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення країни. Варто також більш ефективно залучати вторинні природні ресурси, це дасть змогу вивільнити частину первинної природної сировини, і буде дієвим каталізатором усіх процесів ресурсозбереження, а також збільшить розширене відтворення і відновлення природно-ресурсної бази соціально-економічного розвитку. Уживання корисної цінності вторинної сировини дає можливість частково зменшити матеріаломісткість готової продукції, а це призведе до збільшення рівня її конкурентоспроможності.

Тобто у результаті розширення масштабів вторинного ресурсокористування призведе до отримання значного еколого-економічного ефекту і вирішить ряд проблем забруднення навколишнього середовища хаотичними звалищами відходів. За наявних умов відбудеться покращення якості довкілля, що створить можливість для продукування природними біогеоценозами великого спектру екосистемних послуг. Усе це підкреслює доцільність та важливість розроблення економічного механізму, що буде стимулювати процеси результативного використання вторинних ресурсів у господарському обігу, що на порок збільшить масштаби ресурсозбереження та енергоефективного природокористування [3; 4].

В спектрі методів та інструментів такого механізму ключова роль

має відводитися фіскально-бюджетним інструментам, котрі закладуть необхідні стимули та мотивації для суб'єктів виробничо-господарської діяльності, комунальних служб та домогосподарств щодо максимізації корисного еколого-економічного ефекту вторинного ресурсокористування, а також належного поводження з радіоактивними відходами. Відтак фіскально-бюджетні виміри забезпечення вторинного ресурсокористування є пріоритетним питанням модернізації всієї сфери поводження з відходами. Саме тому потреба в узагальненні практики фінансування, з досвіду іноземних країн, та вітчизняних реалій з ціллю визначення методів покращення організаційно-економічного механізму поводження з відходами [2].

Ключовою складовою фіскально-бюджетного виміру поводження з відходами має стати забезпечення результативної ув'язки екологічного податку за розміщення відходів, зокрема радіоактивних відходів, котрий концентрується у публічних бюджетах, та публічних видатків на утилізацію відходів. Надходження екологічного оподаткування з розміщення відходів у спеціально відведених для цього ділянках до Зведеного бюджету України становили у 2013 році 729,7 млн грн, у 2014 році – 859,1 млн грн, у 2015 році – 684,8 млн грн, у 2016 році – 936,0 млн грн, у 2017 році – 1014,5 млн грн, у 2018 році – 1153,9 млн грн, у 2019 році – 1254,2 млн грн, у 2020 році – 1189,9 млн грн. У 2020 році порівняно з 2013 збір екологічного податку від розташування відходів на спеціальних для цього майданчиках до Зведеного бюджету України зросло на 460,2 млн грн.

Сума екологічного податку, який справляється за утворення радіоак-

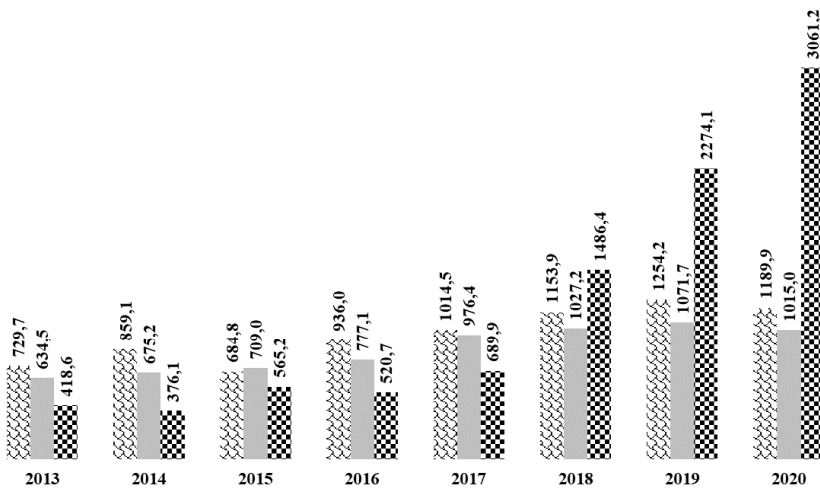


тивних відходів, у Зведеному бюджеті України у 2013 році становила 634,5 млн грн, у 2014 році – 675,2 млн грн, у 2015 році – 709,0 млн грн, у 2016 році – 777,1 млн грн, у 2017 році – 976,4 млн грн, у 2018 році – 1027,2 млн грн, у 2019 році – 1071,7 млн грн, у 2020 році – 1015,0 млн грн. У 2020 році порівняно з 2013 екологічний податок, який справляється за утворення радіоактивних відходів, зріс на 380,5 млн грн.

Видатки Зведеного бюджету держави на утилізацію відходів становили у 2013 році 418,6 млн грн, у 2014 році – 376,1 млн грн, у 2015 році – 565,2 млн грн, у 2016 році – 520,7 млн грн, у 2017 році – 689,9 млн грн, у 2018 році – 1486,4 млн грн, у 2019 році – 2274,1 млн грн, у 2020 році – 3061,2 млн грн. У 2020 році порівня-

но з 2013 роком видатки Зведеного бюджету України на утилізацію відходів зросли на 2685,1 млн грн (рис. 1). Позитивною стороною фіскально-бюджетного виміру регулювання сфери поводження з відходами є значне зростання бюджетних видатків на їх утилізацію. Фактор виробництва на основі утилізації вторинної природної сировини та побутового сміття енергетичних продуктів виступає базовим детермінантом нарощення означеного виду бюджетних видатків. А враховуючи виклики воєнного часу можна припустити їх подальше збільшення у зв'язку з необхідністю створення умов для диверсифікації джерел енергетичного забезпечення.

Однак створити суттєвий фінансовий ресурс для якісного покращення ситуації з вторинним ресур-



↳ Надходження екологічного податку від розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, млн грн

■ Екологічний податок, який справляється за утворення радіоактивних відходів, млн грн

**Рис. 1. Надходження екологічного податку за утворення та розміщення відходів до Зведеного бюджету України і публічні видатки на утилізацію відходів у 2013-2020 роках\***

\*розраховано за даними Державної казначейської служби України



сокористуванням, в першу чергу в енергетичних цілях, за сучасних умов майже неможливо, тому для органів місцевої влади можливість здійснення інвестиційних проектів пов'язана із залученням бізнесу на засадах державно-приватного партнерства. Причиною недофінансування сфери вторинного ресурсокористування є мале задіяння в державі багатьох економічних інструментів, що застосовуються в світовій практиці.

При цьому активне використання економічних інструментів не тільки дозволить запровадити фінансовий резерв для відбудови інфраструктури поводження з окремими потоками відходів, а також буде сприяти структурній перебудові суспільного виробництва [2].

Виходячи з того, що внаслідок вторгнення на територію України російських загарбників проблема активізації процесів ресурсозбереження ще більше активізувалася, виникає гостра необхідність у максимізації вилучення ресурсної цінності відходів у виробничих та енергетичних цілях, щоб підвищити результативність повторного використання вживаної сировини у господарському обігу та збільшити обсяги виробництва енергії з побутового сміття та вторинної природної сировини. Водночас виробництво електричної та теплової енергії з промислових та побутових відходів потребує застосування комплексу фіскально-бюджетних стимулів, щоб підвищити рівень заінтересованості продуцентів відходів у максимально ефективному використанні ресурсної цінності вторинних ресурсів. Це повною мірою також стосується суб'єктів аграрного та лісогосподарського підприємництва, котрі відповідно продукують велику

кількість різноманітних відходів сільськогосподарського виробництва та лісосічних відходів і відходів деревообробки. Фактично відходи сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва виступають найкращою ресурсною базою для виробництва біопалива, а це вагомий чинник зміцнення енергетичної самодостатності окремих адміністративних районів та територіальних громад.

У даному контексті доцільною є інституціоналізація комплексу дотацій та субсидій для стимулювання процесів виробництва електричної енергії та паливних продуктів з відходів сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва, що з однієї сторони (використання інструменту субсидій) забезпечить попит на енергетичні продукти з відновних джерел, а з іншої – (використання інструменту дотацій) забезпечить безбиткове виробництво паливних пелет та брикетів, а також використання вторинної природної сировини для виробництва електричної енергії. Якщо в частині використання ресурсної цінності відходів з метою виробництва енергії поглиблення децентралізації та формування мережі укрупнених територіальних громад змістить центр тяжіння на місцевий рівень, то поводження з радіоактивними відходами має відбуватися за безпосереднього контролю відповідних державних органів та застосування інструментів фіскально-бюджетного регулювання на загальнонаціональному рівні.

Першочергового значення в останні роки набуває доцільність імплементації передового іноземного досвіду фіскально-бюджетного стимулювання утилізації вторинної природної сировини та побутового

сміття, а також розбудови сучасної інфраструктури поводження з радіоактивними відходами. Поштовхом до більш результативного використання ресурсної цінності відходів в енергетичних цілях має стати урізноманітнення податкових регуляторів.

У цьому плані доречним є використання передового досвіду європейських країн. Зокрема у Бельгії сформована диференційована система податкового регулювання поводження з відходами. Так встановлено в цілому середній рівень податків для Фландрії та Валлонії, нижчий рівень стосується негорючих відходів, вищий рівень – горючих відходів. У Франції ставка податку залежить від конструкції полігону. У Словаччині податок коливається від 11 до 33 євро за тону (євро/тонна) залежно від частки окремо зібраних міських відходів у муніципалітеті. Словенія застосовує податок до залишків обробки міських відходів. У Польщі та Іспанії нижчий рівень стосується продукції заводів з механічно-біологічної обробки, вищий рівень – необроблених міських відходів [8].

Використовуючі європейський досвід, фіскальним елементом, який доцільно бажано використовувати в Україні є диференціація ставок оподаткування. Це значить, що встановлення ставок оподаткування суб'єктів господарювання в залежності від рівня негативного втручання на навколишнє природне середовище. У багатьох країнах ЄС, диференціація ставок податку на побутові відходи на пряму залежить від способу зникнення відходів. Наприклад, захоронення відходів на спеціальних полігонах підлягає оподаткуванню виключно за найвищою ставкою, меншими є ставки при спалюванні цих відходів без виробництва

енергії, ще меншими – для спалювання відходів з виробництвом електричної та/або теплової енергії. Перероблення відходів повністю звільняється від податків [2]. Така диференціація на порядок збільшить обсяги використання відходів для виробництва теплової та електричної енергії, оскільки менші ставки податків при спалюванні відходів для виробництва енергії є вагомим стимулятором для суб'єктів поводження з відходами.

Стосовно фіскально-бюджетного регулювання поводження з радіоактивними відходами, то в ЄС кожна держава-член залишається вільною у визначенні своєї політики ядерного паливного циклу. Відпрацьоване паливо можна розглядати або як цінний ресурс, який можна переробити, або як радіоактивні відходи, призначені для безпосереднього захоронення. Який би варіант не був обраний, слід розглянути можливість захоронення високоактивних відходів, відокремлених під час переробки, або відпрацьованого палива, яке розглядається як відходи. Зберігання радіоактивних відходів, у тому числі довгострокове, є проміжним рішенням, але не альтернативою захороненню. З цією метою держави-члени зобов'язані створити та впровадити національні програми поводження з відпрацьованим паливом та/або радіоактивними відходами від утворення до захоронення [9].

Інституціональною передумовою становлення системи фіскально-бюджетного регулювання поводження з радіоактивними відходами виступає ядерний пакет, зокрема діюче законодавство, що є спробою забезпечити кращі гарантії високого рівня ядерної безпеки в усьому Європейському Союзі. Запропоноване законодавство кількома способами впливає на пово-

дження з радіоактивними відходами в ЄС, що сприятиме розробці загальних стандартів і належної практики поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами; вимагатиме створення окремих фондів, які покриватимуть усі ядерні зобов'язання, які залишаться після закінчення терміну служби ядерних установок, у тому числі щодо поводження з відпрацьованим ядерним паливом і відходами; пропонуватиме державам-членам створення чітко визначених програм поводження з відходами, включно з чітким часовим масштабом утилізації, а також заохочення більш високого рівня та кращої координації досліджень у всьому Європейському Союзі [7].

Загалом, в Європейському Союзі (ЄС) не існує спеціального податку на розміщення радіоактивних відходів. Проте поводження з радіоактивними відходами регулюється системою нормативних актів і директив, спрямованих на забезпечення безпечного поводження з радіоактивними матеріалами, їх зберіганням та захороненням. Кожна держава-член ЄС має власні правила поводження з радіоактивними відходами, включно з положеннями щодо фінансування пов'язаних з цим витрат. Фінансування зазвичай надходить з різних джерел, включаючи збори, які сплачують оператори ядерних установок, державні бюджети та цільові фонди. Ці кошти використовуються для покриття витрат на поводження з радіоактивними відходами, включаючи транспортування, зберігання та остаточне захоронення.

У деяких випадках можуть існувати збори, пов'язані з захороненням радіоактивних відходів, але вони зазвичай регулюються національними

органами влади, а не оподаткуванням у всьому ЄС. Основна увага зосереджена на забезпеченні того, щоб витрати, пов'язані з поводженням з радіоактивними відходами, несли суб'єкти, відповідальні за утворення відходів, і щоб вони дотримувалися суворих стандартів безпеки та охорони навколишнього середовища.

У Франції існує спеціальний податок, пов'язаний з поводженням з радіоактивними відходами, відомий як «загальний податок на діяльність із забрудненням» (TGAP), або загальний податок на забруднюючу діяльність. Цей податок поширюється на різні види діяльності, які спричиняють забруднення, включаючи виробництво радіоактивних відходів. Доходи, отримані від TGAP, використовуються для фінансування різноманітних програм охорони навколишнього природного середовища та поводження з відходами, включаючи обробку, зберігання та захоронення радіоактивних відходів. Це допомагає покрити витрати, пов'язані із забезпеченням безпечного та екологічно відповідального поводження з радіоактивними матеріалами.

Німеччина не має спеціального податку на розміщення радіоактивних відходів. Проте поводження з радіоактивними відходами в Німеччині регулюється всеосяжною правовою базою, яка включає правила поводження, зберігання та захоронення радіоактивних матеріалів. Оператори ядерних установок у Німеччині зобов'язані фінансувати витрати, пов'язані з поводженням з радіоактивними відходами, включаючи транспортування, зберігання та остаточне захоронення. Ці витрати зазвичай покриваються за рахунок зборів, які оператори сплачують у спеціальний

фонд, який використовується для забезпечення безпечного поводження з радіоактивними відходами.

В умовах українських реалій важливо використати передовий європейський досвід оподаткування процесів розміщення, захоронення та знешкодження радіоактивних відходів, а також забезпечити ув'язку фіскальних інструментів регулювання поводження з радіоактивними відходами та формуванням спеціальних публічних фінансових фондів, спрямуванням котрих виступає формування та утримання інфраструктури поводження з радіоактивними відходами. Таким чином сформується передумови для створення надійного джерела фінансування інвестицій у сфері поводження з радіоактивними відходами.

Більше того, необхідно також зазначити, що інвестиції в інфраструктуру поводження з відходами були критично важливим аспектом зусиль переходу до моделі сталого розвитку в усьому світі. Окремі країни мають необхідний досвід з реалізації даних проєктів. Урбанізація та індустріалізація отримують нові імпульси для розвитку і у міру розвитку економіки культивують процес зростання утворення відходів, особливо в містах. Інвестиції в інфраструктуру поводження з відходами стають важливими для ефективної обробки цього зростаючого обсягу відходів. Занепокоєння станом навколишнього середовища формує підвищення обізнаності населення про рівень забруднення, виснаження ресурсів і зміну клімату, що призводить до більшої уваги до створення умов належного поводження з відходами. Уряди, підприємства та громади визнають важливість інвестування в інфраструктуру для мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Необхідність дотримання нормативних вимог змусило багато країн встановити правила та стандарти поводження з відходами, включаючи вимоги до належної утилізації, переробки та поводження з небезпечними відходами. Дотримання цих правил часто вимагає інвестицій в інфраструктуру, яка відповідає екологічним стандартам. Відновлення ресурсів і перехід до моделі циркулярної економіки забезпечують зростання уваги до відходів як потенційного ресурсу для створення доданої вартості. Інвестиції в інфраструктуру переробки та компостування відходів і рекуперації енергії з вторинної сировини є важливими пріоритетом для реалізації цілей циркулярної економіки.

Виходячи з глобального тренду переходу на модель циркулярної економіки, формування фіскально-бюджетного інструментарію регулювання сфери поводження з відходами в Україні має стимулювати максимізацію використання ресурсної цінності з вторинної сировини, формування замкнених циклів на основі рециклінгу вторинних ресурсів, упорядкування потоків радіоактивних відходів. Екологічний податок за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах та за утворення радіоактивних відходів має концентруватися у спеціальних фондах публічних бюджетів різного таксономічного рівня. Кошти цих фондів мають використовуватися на розбудову інфраструктури поводження з радіоактивними відходами, на надання субсидій споживачам енергії з відновних джерел та дотацій суб'єктам виробничо-господарської діяльності, котрі реалізують проєкти утилізації вторинної природної сировини з метою виробництва різноманітних видів

твердого та газоподібного біопалива, а також забезпечують виробництво електричної енергії на основі використання вживаної природної сировини.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

В умовах вторгнення на територію України російських загарбників та загострення конкурентної боротьби на глобальних ринках виникла гостра необхідність розкриття змісту фіскально-бюджетних вимірів регуляторного впливу на сферу поводження з відходами з метою підвищення рівня утилізації ресурсної цінності вторинної природної сировини, виробництва на цій основі різноманітних видів біопалива, теплової та електричної енергії, що дасть можливість виконати ряд вимог міжнародних природоохоронних конвенцій, зокрема нової кліматичної угоди, в частині збільшення виробництва енергії з відновних джерел та мінімізації негативного впливу глобального потепління на еколого-економічні системи. Фіскально-бюджетні виміри регуляторного впливу на сферу поводження з відходами повинні охоплювати комплекс фіскальних, кредитних, бюджетних, митних та компенсаційних інструментів стимулювання процесів ресурсозбереження в потоках промислових та побутових відходів, що підвищить рівень заінтересованості суб'єктів поводження з відходами у максимізації використання ресурсної цінності вторинної природної сировини та виробництва паливних продуктів на основі вторинного ресурсокористування. Прикметною рисою фіскально-бюджетних вимірів регуляторного впливу на сферу поводження з відходами

в умовах воєнного стану та імplementації базових положень Нової кліматичної угоди має стати інституціональне забезпечення диференціації ставок екологічного податку, виходячи з фази поводження з відходами (спалення без виробництва енергії, спалення з метою виробництва енергії, використання ресурсної цінності, захоронення). Встановлення нижчих ставок екологічного податку за спалення відходів з метою виробництва теплової та електричної енергії мінімізує обсяг відходів, розміщених на спеціалізованих полігонах та стихійних звалищах, і зменшить рівень негативного техногенного впливу сфери поводження з відходами на навколишнє природне середовище. З метою упорядкування потоків руху радіоактивних відходів та мінімізації їх негативного впливу на процеси життєдіяльності населення доцільно імplementувати досвід країн Європейського Союзу, де фіскальний механізм регулювання охоплює всі фази радіоактивного ланцюга і стимулює упередження радіоактивного впливу як у сферах використання радіоактивних речовин, так і у сфері поводження з радіоактивними відходами.

### **Список використаної літератури**

1. Іщенко В. А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України. *Екологічна безпека та природокористування*. 2015. №2(18). [Електронний ресурс]. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a1a9729a-a401-4a18-a75b-b6796367444c/content>.
2. Маковецька Ю. Фінансово-економічні важелі забезпечення розвитку вторинного ресурсокористування. *Економіст*. 2010. №12. С. 76–78.

3. Мединська Н. В. Інвестиційне забезпечення сфери поводження з відходами як складник економічного механізму природокористування. *Причорноморські економічні студії*. 2021. Випуск 72. Частина 2. С. 63–69.
4. Мединська Н. В. Інституціоналізація економічного механізму ресурсозбереження та енергоефективного природокористування: інвестиційний та секторальний вимір. *Інвестиції: практика та досвід*. 2022. №11-12. С. 32–38.
5. Сотник І. М. Економічне стимулювання ресурсозбереження у контексті сталого розвитку України. *Економіст*. 2010. №12. С. 72–75.
6. Токарчук Д. М. Виробництво і використання біогазу в Україні: економічні і соціальні перспективи. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2013. №22. С. 338–346.
7. Derek M. Taylor. Radioactive Waste Management In The European Union: Initiatives For New Legislation. [Електронний ресурс]. URL: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc788794/>.
8. Overview of landfill taxes on municipal waste used in EU Member States. European Environment Agency. 2023. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/overview-of-landfill-taxes-on/>.
9. Spent fuel and radioactive waste directive. European Nuclear Safety Regulators Group. 2011. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ensreg.eu/nuclear-safety-regulation/eu-instruments/Spent-fuel-and-radioactive-waste-directive>.
10. Martyn A., Kolosa L., Hunko L., Medynska N. Access to land resources for agribusiness in Ukraine under the ban on land acquisition: Development of alternative forms of land use. *AIP Conference Proceedings*. 2022. Volume 2413. P. 040013

---

## References

1. Ishchenko, V. A. (2015). Methods of handling solid household waste in cities of Ukraine. *Environmental safety and nature management*. Available at: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a1a9729a-a401-4a18-a75b-b6796367444c/content>.
2. Makovetska, Yu. (2010). Finansovo-ekonomichni vazheli zabezpechennia rozvytku vtorynnoho resursokorystuvannia [Financial and economic levers for ensuring the development of secondary resource use]. *Economist*, 12, 76–78.
3. Medynska, N. V. (2021). Investytsiine zabezpechennia sfery povodzhennia z vidkhodamy yak skladnyk ekonomichnoho mekhanizmu pryrodokorystuvannia [Investment support in the field of waste management as a component of the economic mechanism of nature management]. *Black Sea Economic Studies*, 2 (72), 63–69.
4. Medynska, N. V. (2022). Instytutstionalizatsiia ekonomichnoho mekhanizmu resursozberezhennia ta enerhoefektyvnoho pryrodokorystuvannia: investytsiinyi ta sektoralnyi vymir [Institutionalization of the economic mechanism of resource conservation and energy-efficient nature use: *investment and sectoral dimension*]. *Investments: practice and experience*, 11-12, 32–38.
5. Sotnyk, I. M. (2010). Ekonomichne stymuliuvannia resursozberezhennia u konteksti staloho rozvytku Ukrainy [Economic stimulation of resource conservation in the context of sustainable development of Ukraine]. *Economist*, 12, 72–75.
6. Tokarchuk, D. M. (2013). Vyrobnystvo i vykorystannia biohazu v Ukraini: ekonomichni i sotsialni perspektyvy [Production and use of biogas in Ukraine: economic and social perspectives]. *Collection of scientific works of Tavriya State Agro-Technological University*, 22, 338–346.
7. Taylor, D. M. Radioactive Waste Manage-



- ment In The European Union: Initiatives For New Legislation. Available at: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc788794/>.
8. Overview of landfill taxes on municipal waste used in EU Member States. European Environment Agency, (2023). Available at: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/overview-of-landfill-taxes-on/>.
  9. Spent fuel and radioactive waste directive. European Nuclear Safety Regulators Group, (2011). Available at: <https://www.ensreg.eu/nuclear-safety-regulation/eu-instruments/Spent-fuel-and-radioactive-waste-directive>.
  10. Martyn, A., Kolosa, L., Hunko, L., Medynska, N. (2022). Access to land resources for agribusiness in Ukraine under the ban on land acquisition: Development of alternative forms of land use. AIP Conference Proceedings, 2413, 040013.

**Kalinichenko D., Holian V., Medynska N., Zivatkauskiene I.**

**REGULATORY IMPACT ON THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT IN UKRAINE: FISCAL AND BUDGETARY DIMENSIONS**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 26-39.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.03>

**Abstract.** *It is substantiated that the slow pace of modernisation and reconstruction of the waste management industry in Ukraine is largely due to excessive unification of the set of fiscal, budgetary, credit, customs and compensation instruments of regulatory influence on the processes of generation, disposal, recycling and burial of industrial and household waste. It is established that the fiscal and budgetary dimensions of waste management regulation in Ukraine should be based on a set of regulatory approaches. This will stimulate the processes of intensifying resource conservation in secondary resource flows and ensure efficient use of the resource value of secondary natural raw materials. It has been found that accelerating the processes of using the resource value of household waste for energy purposes requires the use of financial incentives, primarily in terms of intensifying innovation, in particular, in the technology of producing gaseous and solid biological fuels. It is substantiated that the advanced foreign experience of using the tool of preferential taxation and financial and budgetary support for the implementation of resource conservation projects based on the utilization of the resource value of various types of waste has proven its value and can be fully used in the domestic practice of fiscal and budgetary regulation of the field of waste management. It was found that the differentiation of environmental tax rates for the generation and disposal of waste will increase the volume of waste use for the production of thermal and electrical energy by an order of magnitude, since lower tax rates for burning waste for energy production are a significant incentive for subjects of secondary resource use. It was established that the environmental tax for the placement of waste in specially designated places or facilities and for the generation of radioactive waste should be concentrated in special funds of public budgets of different taxonomic levels. These funds should be used for the development of the infrastructure for handling radioactive waste, for providing subsidies to consumers of energy from renewable sources and subsidies to subjects of industrial and economic activity, which implement projects of utilization of secondary natural raw materials for the purpose of production of various types of solid and gaseous biofuels.*

**Key words:** *fiscal and budgetary dimensions, regulation, waste management, radioactive waste, resource conservation, investments.*



## **ПІДТРИМКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ**

---

**О. В. ШЕВЧЕНКО,**

*кандидат економічних наук, доцент,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
e-mail: shevchenko\_ov90@ukr.net*

**А. Г. МАРТИН,**

*доктор економічних наук, професор,  
член-кореспондент НААН України  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
e-mail: martyn@nubip.edu.ua*

**А. О. КУЛІНІЧ,**

*магістр з геодезії та землеустрою  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
e-mail: akulinich09@gmail.com*

**Анотація.** У дослідженні розглядається питання підтримки еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення в Україні в умовах зміни клімату. Зміна кліматичних умов негативно впливає на аграрний сектор, спричиняючи зниження урожайності, деградацію ґрунтів та посилення екологічних проблем. У відповідь на ці виклики дослідження зосереджене на розробці стратегій і заходів, спрямованих на забезпечення стійкого розвитку сільського господарства шляхом оптимізації використання земельних ресурсів. У роботі проведено аналіз сучасного стану земель сільськогосподарського призначення, оцінено вплив кліматичних змін на аграрну сферу, а також визначено ключові показники еколого-економічної ефективності. Запропоновані в дослідженні методи та підходи спрямовані на збереження родючості ґрунтів, зменшення екологічного впливу аграрної діяльності, підвищення економічної рентабельності та стійкості аграрного сектору. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення національної політики у сфері управління земельними ресурсами та адаптації аграрного сектору до нових кліматичних реалій. Впровадження результатів дослідження може позитивно вплинути на збереження екосистем, підвищення економічної ефективності аграрного сектору та покращення добробуту сільського населення в Україні. Таким чином, дослідження робить вагомий внесок у розвиток наукових

знань та практик щодо ефективного використання земельних ресурсів в умовах глобальних кліматичних змін.

**Ключові слова:** земельні ресурси, ефективність використання земель сільськогосподарського призначення, продовольча безпека, зміна клімату, екологічно безпечне землекористування, охорона земель, протиерозійні гідротехнічні споруди.

### **Актуальність дослідження**

Зміна клімату є однією з найбільших загроз для стабільності аграрного сектора України, який є ключовою складовою економіки країни. Впливи кліматичних змін на сільське господарство проявляються у збільшенні екстремальних погодних умов, зміні кількості опадів, тривалості вегетаційного періоду, а також у зміні характеристик ґрунтів і інтенсифікації ерозійних процесів. У цих умовах особливо важливо забезпечити еколого-економічну ефективність використання сільськогосподарських земель шляхом збереження та покращення їх якості, оптимізації аграрного виробництва з урахуванням екологічної стійкості, а також адаптації аграрного сектора до змін клімату.

Україна належить до числа найважливіших глобальних постачальників продовольства, а сільськогосподарським землекористуванням охоплено понад 70 % від її території. Проте, зміна клімату ставить під загрозу продуктивність сільськогосподарських угідь, що призводить до зменшення врожаїв та зниження економічної ефективності аграрного виробництва. Основними проявами зміни клімату в Україні є зростання середньорічних температур, зміна сезонних режимів опадів, збільшення частоти та інтенсивності посух, а також поширення ерозійних процесів.

Зміна клімату також сприяє зрос-

танню вразливості сільськогосподарських систем до біотичних та абіотичних стресів. Підвищення температури може призвести до збільшення ризику поширення шкідників і хвороб рослин, що, в свою чергу, знижує якість і кількість врожаїв. Зміна кількості та розподілу опадів ускладнює управління водними ресурсами та знижує доступність води для зрошення, що є особливо критичним для степових регіонів України.

Сучасні проблеми еколого-економічної нестабільності змушують наукову спільноту та практиків шукати нові підходи до управління природними ресурсами, зокрема земель сільськогосподарського призначення. Економічна ефективність сільського господарства залишається важливим аспектом для фермерів й аграрних підприємств. Зростаючі витрати на ресурси, включаючи паливо, добрива та засоби захисту рослин, вимагають від аграріїв пошуку нових шляхів для зниження витрат і підвищення рентабельності. В умовах глобальної конкуренції та нестабільності ринків, досягнення високої економічної ефективності є ключовим фактором виживання та розвитку аграрного сектору. Тому нині питання забезпечення еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення стає надзвичайно важливим.

Земельні ресурси України мають особливу цінність, адже унікальні

чорноземи по праву вважаються одним із джерел національного багатства. Однак нераціональне використання сільськогосподарських угідь, коли короткострокові цілі превалюють над довгостроковими, призводить до зниження родючості ґрунтів, а також до збільшення площ деградованих, малопродуктивних і забруднених земель. Тому нині питання забезпечення еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення стає надзвичайно важливим та актуальним.

### ***Аналіз останніх досліджень і публікацій***

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові праці багатьох вітчизняних учених присвячені дослідженню проблем ефективного використання земель у сільському господарстві країни суб'єктами землекористування, такими як сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства та господарства населення. Серед них роботи Будзяка В.М., Гаража О.П., Зінченко О.І., Кулинич П.Ф., Курильцева Р.М., Мартина А.Г., Нівецького О.В., Носіка В.В., Шульги М.В. та інших.

Дослідження вчених, таких як Балюк С.А., Носко Б.С., Кучер А.В. та інших, показали, що родючість ґрунтів орних земель в Україні зараз постійно знижується під впливом як природних, так і антропогенних деградаційних процесів. Відтак пошук шляхів щодо підвищення ефективності їх використання стає вкрай актуальним в умовах запровадження ринку землі, а зі змінами клімату його значущість лише зростатиме, адже це є ключовим фактором забезпечення продовольчої безпеки країни.

**Метою дослідження** є аналіз стану та динаміки ефективності використання земель України в аграрних підприємствах, а також обґрунтування шляхів підвищення еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення в умовах ринкової економіки.

### ***Матеріали і методи дослідження***

У дослідженні використано такі методи дослідження: монографічний – для огляду наукових джерел з питань визначення суті еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення; абстрактно-логічний – для обґрунтування мети, завдань і висновків дослідження; графічний – для візуалізації ефективності сільського господарства різних областей України. Метод системного аналізу використано для дослідження здійснення будівництва протиерозійних гідротехнічних споруд, а також використання коштів, які надійшли у порядку відшкодування втрат сільсько- і лісогосподарського виробництва в Україні.

### ***Результати дослідження та обговорення***

Основою сталого та ефективного землекористування в аграрному секторі є наявність і раціональний розподіл земельного фонду між державою, фермерськими господарствами, агропідприємствами та приватними землевласниками, що дозволяє збалансувати інтереси всіх учасників ринку. Аналізуючи структуру земельних ресурсів за їх господарським використанням, слід зазначити, що в Україні сформувався значний рі-

вень освоєння життєвого простору. Так, за даними Держгеокадастру на 01.01.2016 р., найбільшу частку у структурі аграрного сектору займає сільське господарство – 69,8 % (42131,0 тис. га), за ним слідує лісове господарство – 14,7 % (8868,4 тис. га), охорона навколишнього природного середовища – 4,8 % (2909,8 тис. га), а також інші невикористанні землі – 5,4 % (3229,3 тис. га) [1].

Варто зазначити, що в умовах планової економіки, яка діяла в Радянському Союзі, ефективність сільського господарства переважно визначали здатністю виробляти продукцію необхідну для суспільства, тобто забезпечувати населення продовольством, а промисловість сільськогосподарською сировиною. Збиткова діяльність господарюючих суб'єктів не передбачала їхнього банкрутства. Держава вирішувала цю проблему, зокрема для колгоспів та радгоспів, через встановлення фіксованих закупівельних цін, встановлення низьких цін на промислові товари для сільського господарства, періодичне списання боргів, а також бюджетне фінансування.

Перехід до ринкової економіки вимагає перегляду та розвитку окремих методологічних підходів до оцінки економічної ефективності сільськогосподарського виробництва, обґрунтування механізмів державної підтримки аграрного сектору, а також забезпечення паритету доходів між сільськогосподарськими підприємствами та особистими селянськими господарствами.

Зазначимо, що у 1990 р. сільськогосподарські підприємства (колгоспи і радгоспи) обробляли 30421,8 тис. га зібраної площі основних сільськогосподарських культур, тоді як госпо-

дарства населення використовували 1984,2 тис. га, що становило 6,5 % від загальної зібраної площі [2]. Проте, з початку земельної реформи в Україні у 1991 р. відбулося трансформаційне зрушення, коли понад дві третини сільськогосподарських земель перейшли в приватну власність громадян та юридичних осіб. Цей значний перерозподіл земельної власності вніс нову динаміку у використання та управління сільськогосподарськими землями, пропонуючи власникам гнучкість або обробляти ці землі для особистого користування, або здавати їх в оренду, переважно за договорами оренди. Ефективність сільськогосподарських операцій на цих землях визначається кількома критичними факторами, включаючи якість і географічне розташування ділянок, кліматичні та екологічні умови, ким вони підпорядковуються, а також рівень технологічного прогресу, що використовується при їх обробітку.

Еколого-економічну ефективність використання земель сільськогосподарського призначення можна виміряти за допомогою різних кількісних показників, які відображають як економічні, так і екологічні аспекти їх використання. Серед економічних показників можна виділити валовий вихід продукції з одиниці площі, який показує загальну вартість продукції, отриманої з одного гектара сільськогосподарських угідь, що дозволяє оцінити продуктивність землі та ефективність використання ресурсів. Рентабельність сільськогосподарського виробництва, яка визначається як відношення прибутку до витрат, є іншим важливим показником, що демонструє економічну ефективність використання земель. Прямі витрати на одиницю продукції, які включають

витрати на добрива, пестициди, насіння, воду, енергію та працю, також слугують показником економічної ефективності, оскільки менші витрати на одиницю продукції свідчать про більш раціональне використання ресурсів. Валовий дохід на одиницю земельної площі є ще одним показником, який відображає сумарний дохід, отриманий з одного гектара землі, що допомагає оцінити економічний потенціал використання земель.

Екологічні показники можуть включати індекс ерозії ґрунту, що показує обсяг ґрунту, втрачений через ерозійні процеси на одиницю площі. Чим нижчий цей показник, тим краще зберігається ґрунтовий покрив, що свідчить про високу екологічну ефективність використання землі. Вміст органічної речовини в ґрунті є важливим показником родючості ґрунту. Високий вміст органічної речовини свідчить про здоровий ґрунт і його здатність підтримувати продуктивність у довгостроковій перспективі. Рівень викидів парникових газів з сільськогосподарських угідь є ще одним важливим екологічним показником, оскільки він відображає кількість парникових газів, які утворюються в процесі сільськогосподарського виробництва. Коефіцієнт водоспоживання, який відображає кількість води, необхідну для виробництва однієї тони сільськогосподарської продукції, також є важливим показником, оскільки менше споживання води свідчить про ефективніше використання водних ресурсів. Індекс біорізноманіття, який визначає кількість видів рослин і тварин на одиницю площі, є показником здоров'я екосистеми, яка здатна підтримувати стабільність агроекосистем [3, 4].

Значний інтерес становлять інтегральні показники, такі як індекс стійкості агроекосистеми, враховують стабільність урожайності, рівень біорізноманіття, збереження родючості ґрунтів і здатність агроекосистеми протистояти зовнішнім стресам, зокрема змінам клімату. Еколого-економічні індекси ефективності інтегрує економічні та екологічні показники в загальний індекс, який відображає баланс між продуктивністю землекористування та його екологічною стійкістю, проте такі оцінки значною мірою залежать від вагових значень впливу окремих показників на загальний індекс.

Проте, інтегральні показники, що об'єднують кілька окремих метрик в одну загальну оцінку, мають як свої переваги, так і недоліки. До переваг можна віднести їх здатність охоплювати різні аспекти, включаючи економічні, екологічні та соціальні компоненти, що дозволяє створити комплексне уявлення про ефективність чи стан певної системи. Це особливо корисно для прийняття стратегічних рішень, коли потрібно оцінити загальну картину, а не занурюватися в деталі. Інтегральні показники спрощують аналіз, оскільки зводять різноманітні дані до одного числового значення, що полегшує їх використання у комунікації з неекспертною аудиторією, наприклад, з політиками чи управлінцями. Завдяки цьому їх можна легко застосовувати для порівняння різних об'єктів або регіонів за однаковими критеріями. Також ці показники дозволяють узагальнювати інформацію, агрегуючи численні дані в одну метрику, що полегшує моніторинг, управління та звітність, особливо в контексті великих систем. Узагальнення спрощує процес при-

йняття рішень, оскільки інтегральні показники надають зручний інструмент для оцінки різних варіантів і вибору найбільш оптимального.

Проте, існують і суттєві недоліки. Наприклад, об'єднання кількох показників в один інтегральний може призвести до втрати важливої інформації. Це означає, що зміни в одному компоненті можуть бути приховані через компенсуючі зміни в іншому, що робить показник менш чутливим до конкретних змін. Вибір вагових коефіцієнтів, що визначають важливість кожного окремого показника в загальній метриці, може бути суб'єктивним і залежати від упереджень чи специфічних цілей дослідника. Це додає елемент суб'єктивності в оцінку. Крім того, інтегральні показники можуть бути важкими для інтерпретації, особливо коли вони включають дані різної природи, наприклад, економічні та екологічні. Це створює труднощі у визначенні конкретних причин змін в інтегральному показнику. Є також ризик маскуванню проблем, коли один аспект системи значно покращується, а інший погіршується, але загальний показник залишається стабільним, приховуючи наявність серйозних проблем в окремих компонентах. До того ж, через різні методики обчислення інтегральних показників у різних контекстах або країнах, порівняння таких показників може бути ускладненим або навіть некоректним. Відтак, інтегральні показники, хоча й мають важливі переваги в оцінці складних систем, також несуть ризики втрати деталізації, суб'єктивності та труднощів у їх інтерпретації й порівнянні.

В останні десятиліття показники еколого-економічної ефективності використання сільськогосподарських

угідь в Україні демонструють загальною позитивну динаміку. Спостерігається поступове зростання обсягів виробництва продукції сільського господарства, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збільшення їхніх валових зборів тощо. Результати оцінки економічної ефективності землекористування, які враховують обсяги виробництва основної сільськогосподарської продукції на 100 га різних типів сільськогосподарських угідь, добре це відображають (рис. 1, 2) [1].

Аналіз статистичних даних свідчить (див. рис. 1), що в період 1990-2000 рр. обсяги виробництва всіх видів продукції рослинництва на 100 га відповідних угідь значно зменшувалися. Однак у наступні роки відбулося значне зростання виробництва, зокрема, найбільше підвищення відбулось у виробництві ріпаку – майже в 3,5 рази, цукрового буряку й плодів та ягід – в 3 рази [1].

Через тривалий занепад тваринницької галузі в Україні, що триває вже понад 30 років з 1990 р., відбулося значне скорочення виробництва: молока – більш ніж у 3 рази, м'яса всіх видів тварин – у 2 рази, вовни – більш ніж у 24 рази, яєць – майже в 1,5 рази (див. рис. 2). Винятком є незначне зростання обсягів виробництва меду. У європейських країнах обсяги виробництва тваринницької продукції набагато вищі. Наприклад, у Франції, де сільськогосподарські угіддя охоплюють 30,3 млн га, на кожні 100 га виробляється 83,5 т молока та 18,8 т м'яса [7], що практично в 10 разів перевищує відповідні показники в Україні. Таким чином, можна зробити висновок, що в Україні обсяги виробництва основної сільськогосподарської продукції



на одиницю земельної площі є недостатніми.

За роки незалежності України значно трансформувалися основні провідні галузі та напрями спеціалізації господарств. У загальному виробництві сільськогосподарської продукції на рослинництво припадає понад 78,2 %, тоді як на тваринництво – 21,8 %.

Економічні труднощі в аграрному секторі вплинули на рентабель-

ність сільськогосподарської продукції. Так, в Україні з 2010 по 2022 рік рівень рентабельності операційної діяльності у секторах сільського, лісового та рибного господарства знизився з 22,9 % до 20,0 %. Станом на 01.01.2022 р. найвищий рівень рентабельності був у Сумській (36,4 %), Луганській (30,3 %) та Харківській (29,7 %) областях, тоді як найнижчий, з від’ємним значенням, зафік-

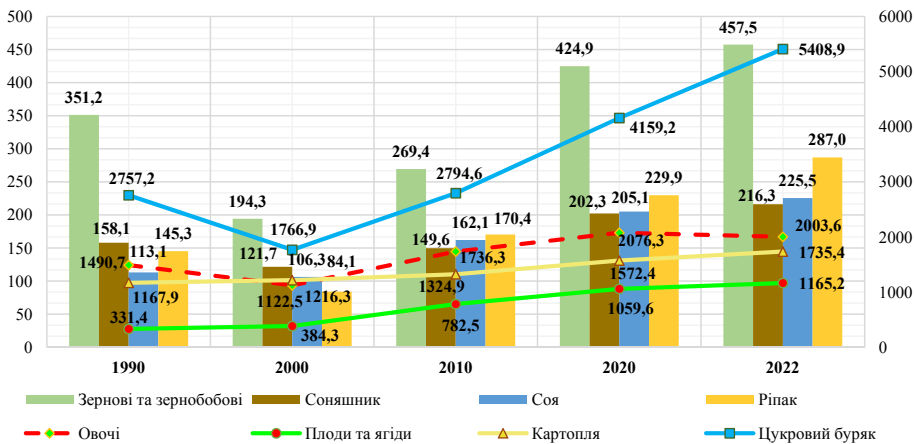


Рис. 1. Виробництво продукції рослинництва на 100 га ріллі та багаторічних насаджень в Україні, 1990-2022 рр., тонн [5]

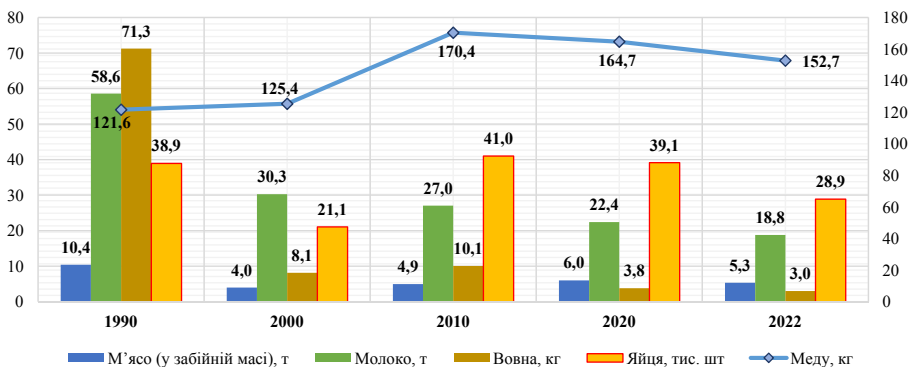
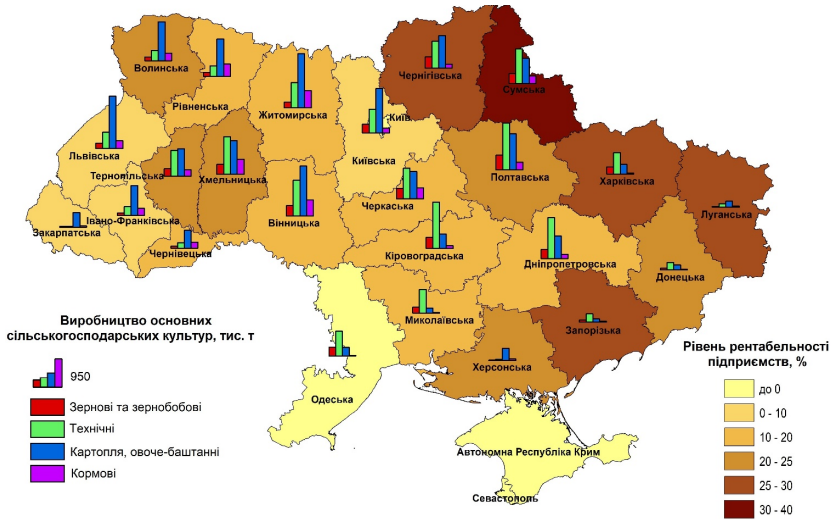


Рис. 2. Виробництво продукції тваринництва на 100 га сільськогосподарських угідь [6]



**Рис. 3. Ефективність сільськогосподарського виробництва у розрізі областей України станом на 2022 р.**

сований в Одеській області (- 6,7 %) (рис. 3) [8].

Слід зауважити, що на початку 90-х років минулого століття більшість основних видів сільськогосподарської продукції в підприємствах регіону були прибутковими. Проте зараз рентабельним залишається тільки виробництво зернових і зернобобових культур, картоплі, деяких овочів та яєць.

Останніми роками в структурі виробництва основних сільськогосподарських культур України спостерігається тенденція до зменшення виробництва певних технічних та особливо кормових культур, що зумовлено їхньою низькою рентабельністю та кон'юнктурою ринку [1].

Безперечно, після лютого 2022 р. через повномасштабну військову агресію росії аграрний сектор України зазнав значних втрат. Війна з росією має значний вплив на рентабельність продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприєм-

ствах, а також на виробництво сільськогосподарських культур і ведення тваринництва. Цей негативний вплив проявляється, зокрема, через: руйнування сільськогосподарської інфраструктури; знищення посівів, поголів'я та фермерських господарств; дефіцит пального, добрив та засобів захисту рослин; втрата людських ресурсів; проблеми з експортом та внутрішнім ринком; підвищення витрат на транспортування; коливання цін на продукцію та зниження платоспроможності населення; мінування полів, втрата контролю над територіями тощо.

Таким чином, бойові дії мають руйнівний вплив на сільськогосподарське виробництво України, значно знижуючи його рентабельність і ставлячи під загрозу продовольчу безпеку держави.

Економічна ефективність використання сільськогосподарських земель залежить від якості ґрунтів, а також від раціонального їх використання та

охорони. Екстенсивні методи ведення сільського господарства спричиняють погіршення стану земельних ресурсів. На сьогодні основними чинниками, що негативно впливають на екологічний стан сільськогосподарських угідь, є такі деградаційні процеси, як водна та вітрова ерозія ґрунтів, дегуміфікація, забруднення ґрунтів, опустелювання та засолення земель. Як відомо, землі сільськогосподарського призначення підпадають під особливий правовий режим і підлягають охороні, що спрямована на збереження їхньої площі, запобігання негативним ґрунтовим процесам та підвищення родючості через

впровадження й дотримання ґрунтоохоронних заходів [1].

Аналізуючи впровадження ґрунтоохоронних заходів, зокрема будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд в Україні, можна відзначити, що останніми роками спостерігається тенденція до зменшення виконання обсягів цих робіт (табл. 1). Згідно з даними Держгеокадастру, з 2002 р. було проведено будівництво та реконструкцію протиерозійних гідротехнічних споруд: валів, валів-каналів – 74,3 км (0,5 га); валів-терас – 21,7 км; валів-доріг – 43,5 км; водоскидних споруд – 159 шт.; терасування схилів – 6 шт. (2,8 га); протиерозійних

### 1. Здійснення будівництва (реконструкції) протиерозійних гідротехнічних споруд в Україні, 2012–2024 рр.\*

Показник	2012	2015	2019	2022	2024	Усього з 2002 р.	Необхідно здійснити
Вали, вали-каналів, км	2,9	0,4	8,2	0,35	–	74,3 км, 0,5 га	3600,0 км, 1005,4 га
Вали-тераси, км	–	–	0,6	–	–	21,7	5767,4
Вали-дороги, км	0,2	1,6	–	0,48	–	43,5	233,2
Водоскидні споруди, шт.	8	–	1	–	–	159	125
Терасування схилів, шт.	1,0	–	–	–	–	6 шт., 2,8 га	196
Протиерозійні ставки (нагромаджувачі твердого стоку)	20 шт., 6,7 га	–	–	–	–	47 шт., 586,0 га	133 шт., 3847,2 га
Берегоукріплення, км	7,1	0,2	5,2	–	1,39	126,9 км, 0,7 га	464,4 км, 12 га
Інші	1 шт., 1 шт., 0,35 км <sup>2</sup> , 15,3 га, 4 шт.	13,9 га, 2 шт., 0,3 км	0,07 га, 1 шт., 0,2 км	0,07 га, 1 шт., 1 км	0,07 га, 1 шт.	277,3 га, 21 шт., 43,0 км	644,9 га, 9 шт., 24,6 км
Об'єкти, що перебувають у стадії будівництва	2,2 км <sup>2</sup> , 8,7 км, 1 шт., 16 шт.	11,6 га, 18 шт.	14 шт., 11,6 га	13 шт., 11,6 га	13 шт., 11,6 га	–	–
Об'єкти незавершеного будівництва, шт.	15	15	15,0	11	10	–	–

\* складено авторами за даними Держгеокадастру.

## 2. Використання коштів, які надійшли у порядку відшкодування втрат сільсько- і лісгосподарського виробництва в Україні, 2012-2024 рр.\*

Показник	2012	2015	2019	2022	2024
Вилучено земель із сільсько- та лісогосподарського виробництва, га	2363,07	1836,44	3042,98	3051,43	55,43
У тому числі:	2288,29	1798,22	2900,50	3000,98	41,95
сільськогосподарські угіддя					
лісові угіддя	74,78	38,22	142,47	50,45	13,48
Всього нараховано коштів, тис. грн	69222,0	93418,3	134133,4	–	–
Фактично надійшло коштів до бюджетів різних рівнів, тис. грн	94292,3	118053,6	166657,4	–	–
Всього використано коштів, тис. грн	96116,3	79518,7	107048,8	160798,6	122021,8
У тому числі на:	1647,8	491,8	997,5	0	0
освоєння земель сільсько- та лісогосподарського призначення					
поліпшення сільськогосподарських і лісгосподарських угідь	9042,4	14209,3	2659,3	9390,6	742,2
розроблення документації із землеустрою щодо охорони земель	6119,2	1365,3	2480,8	773,6	1713,5
проведення заходів з охорони земель відповідно до розробленої документації	22680,4	29717,0	35474,8	9970,0	290,5
проведення нормативної грошової оцінки земель	21598,1	13744,1	21130,9	23618,1	33345,9
інвентаризацію земель	17747,5	16524,2	37206,9	35976,7	26104,7
інші заходи	4920,5	3467,0	7098,4	81069,7	59825,0

\* складено авторами за даними Держгеокадастру.

ставків – 47 шт. (586,0 га); берегоукріплення – 126,9 км (0,7 га).

Крім того, станом на 01.01.2024 р., необхідно провести будівництво (реконструкцію) близько 463 протиерозійних гідротехнічних споруд, серед яких 125 водоскидних споруд, 133 протиерозійних ставків, 196 споруд терасування схилів. Також потрібно захистити землі, включаючи сільськогосподарські угіддя, від ерозійних та інших несприятливих природних процесів на загальній площі 5,5 тис. га (див. табл. 1).

Основною причиною повільного впровадження заходів з охорони земель у регіонах України є недостатнє фінансування як з державного, так і з місцевих бюджетів.

Основним способом фінансування заходів з охорони земель з боку держави є компенсація за збитки у сільському та лісовому господарствах. Згідно зі статтею 209 Земельного кодексу України, гроші, отримані як компенсація за втрати в цих сферах, можуть використовуватися тільки для призначених цілей і не можуть бути витрачені на інші потреби. Тому ці кошти є цільовими надходженнями до державного бюджету, що формуються через погіршення якості земель або інші порушення земельного законодавства [1].

За даними Держгеокадастру, станом на 01.01.2024 р. із сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва було вилучено 55,4 га

земель, з них 41,95 га (75,7 %) становили сільськогосподарські угіддя, а 13,48 га (24,3 %) – лісові землі. Загальна сума використаних коштів, отриманих у порядку відшкодування втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва в Україні, склала 122,0 млн грн (табл. 2).

Із цієї суми було використано лише 742,2 тис. грн (0,6 %) на поліпшення сільсько- та лісогосподарських угідь, 1,7 млн грн (1,4 %) на розроблення документації із землеустрою з охорони земель, 290,5 тис. грн (0,2 %) на проведення заходів щодо охорони земель відповідно до розробленої документації, 33,3 млн грн (27,3 %) на проведення нормативної грошової оцінки земель, 26,1 млн грн (21,4 %) на інвентаризацію земель, на інші заходи – 59,8 млн грн (49,0 %).

З огляду на статистику надходження та використання коштів, отриманих у порядку відшкодування втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва в Україні впродовж 2012-2024 рр. (див. табл. 2), слід відзначити, що на сьогодні держава використовує цільові кошти, призначені для охорони земель, на інші заходи, відхиляючись від їхнього початкового призначення.

Таким чином, реформування аграрного сектору економіки спричинило значні зміни у використанні сільськогосподарських земель. Унаслідок перерозподілу земель, роздержавлення та приватизації земельного фонду було роздібнено масиви сільськогосподарських угідь, порушено науково обґрунтовані сівозміни, втрачено межі та елементи контурно-меліоративної організації території, що призвело до суттєвого погіршення якості ґрунтів та зниження ефективності сільськогосподарського виробництва.

Також, «враховуючи, що основною метою аграрних підприємств є отримання максимального прибутку в короткостроковій перспективі, без стратегічних планів на майбутнє, та те, що сільськогосподарські підприємства здебільшого використовують землю на умовах оренди, наразі відбувається надмірне антропогенне навантаження, екологічне виснаження ґрунтів через виросування лише високорентабельних культур, які приносять агробізнесу максимальний дохід» [1]. До того ж, ситуація з дотриманням екологічних вимог у сільськогосподарському землекористуванні ускладнюється через зміну клімату.

Зміна клімату є одним із найсерйозніших викликів, з якими стикається сучасне людство. Його вплив на сільське господарство вже відчувається, й очікується, що він буде посилюватися в найближчі роки. Цей вплив може призвести до зниження врожайності, погіршення якості ґрунту, збільшення ризику посух та інших екстремальних погодних явищ. У цих умовах важливо вживати заходів для підтримки еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення. Це допоможе не лише забезпечити продовольчу безпеку, але й зберегти довкілля для майбутніх поколінь.

Розглянемо заходи щодо підтримки еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення [9, 10, 11, 12]:

#### *1. Впровадження інноваційних агротехнологій*

Інноваційні агротехнології, такі як точне землеробство, агророботи та генетично модифіковані організми (ГМО), мають потенціал значно підвищити ефективність використання земельних ресурсів.

Використання технологій точного землеробства дозволяє оптимізувати використання добрив, води та пестицидів, що знижує витрати та підвищує врожайність на 10-30 %. Економічна ефективність таких систем доведена численними дослідженнями, і їх окупність може бути досягнута протягом 3-5 років.

Використання роботів для сільськогосподарських робіт дозволяє знизити витрати на працю та підвищити ефективність виробництва. Врожайність може збільшитися на 20-25 %, а витрати на працю знизитися на 30-40 %. Окупність таких інвестицій очікується протягом 5-7 років.

Впровадження генетично модифікованих культур, стійких до шкідників та посушливих умов, може підвищити врожайність на 15-25 % та знизити витрати на пестициди на 20-30 %. Вартість насіння ГМО вища за традиційні сорти на 10-20 %, проте загальна економічна вигода перевищує ці витрати.

## *2. Адаптація аграрних систем до змін клімату*

Адаптація аграрних систем до змін клімату передбачає використання стійких до посухи культур, оптимізацію систем зрошення та впровадження організаційно-господарських заходів. Використання посухостійких таких культур дозволяє забезпечити стабільність врожаю навіть у несприятливих умовах. Вартість насіння таких культур зазвичай на 5-10 % вища, але зниження ризиків втрат врожаю та підвищення врожайності на 10-15 % забезпечують високу економічну ефективність.

Крапельне зрошення та інші водозберігаючі технології можуть знизити споживання води на 30-50 % та підвищити врожайність на 20-30 %.

Окупність таких інвестицій досягається за 3-4 роки. Зміна строків сівби, використання сівозмін та кулісних культур дозволяють знизити ризики втрат врожаю та підвищити стійкість агроecosистем. Вартість таких заходів мінімальна, але їх вплив на врожайність може бути значним (до 15-20 %).

## *3. Підтримка сталого землекористування*

Сталий розвиток сільського господарства передбачає використання органічного землеробства, впровадження агролісомеліорації та заходів з консервації ґрунтів.

Використання методів органічного землеробства може знизити витрати на хімічні добрива та пестициди на 20-30 %, але врожайність при цьому може знижуватися на 10-15 %. Економічна ефективність таких систем залежить від доступу до ринків органічної продукції, де ціни зазвичай вищі на 20-50 %.

Інтеграція лісосмуг та інших захисних зелених насаджень може підвищити врожайність на 5-10 % та зберегти ґрунти від деградації. Окупність досягається через підвищення врожайності та зниження витрат на боротьбу з ерозією.

Заходи з консервації ґрунтів, такі як мульчування та покривні культури, можуть знизити деградацію ґрунтів та підвищити їх родючість на 10-15 %. Вартість таких заходів невисока, але їх довгострокова економічна ефективність вагома.

## *4. Економічне стимулювання та політика*

Для підтримки еколого-економічної ефективності необхідно впроваджувати економічне стимулювання, такі як субсидії та гранти, зелені податки та ринки екосистемних послуг.



Державна підтримка фермерів, які впроваджують екологічні системи землеробства, може значно підвищити їх економічну ефективність. Окупність таких інвестицій для держави досягається через підвищення продуктивності та стійкості аграрного сектору.

Впровадження податків на викиди парникових газів може стимулювати зниження негативного впливу на довкілля. Ефективність таких заходів залежить від рівня податку та механізмів його адміністрування. Запровадження механізмів оплати за екосистемні послуги може створити додаткові стимули для збереження природного капіталу. Економічна ефективність таких ринків залежить від попиту на екосистемні послуги та їх оцінки.

#### *5. Освіта та просвітницька діяльність*

Підвищення рівня обізнаності та освіти аграріїв щодо еколого-економічних аспектів землекористування є важливим фактором для успішної реалізації заходів підтримки ефективності. Організація тренінгів та семінарів для фермерів щодо впровадження інноваційних агротехнологій та сталого землекористування може значно підвищити їх ефективність. Вартість таких заходів невисока, але їх економічна вигода важлива через підвищення продуктивності та зниження витрат.

Створення консультативних центрів, де фермери можуть отримати фахову допомогу з питань ефективного використання земельних ресурсів, може підвищити їх економічну ефективність. Поширення інформації через ЗМІ та інтернет-ресурси щодо переваг екологічно безпечних практик ведення землеробства та заходів

адаптації до змін клімату може стимулювати їх впровадження.

### ***Висновки і перспективи***

Для підтримки еколого-економічної ефективності використання земель сільськогосподарського призначення в Україні, зберігаючи при цьому глобальну конкурентоспроможність агросектору, можна застосувати низку економічних та регуляторних інструментів, орієнтованих на ефективність бізнесу та мінімальне використання заборон. Ці інструменти також можуть бути підкріплені кількісними оцінками та показниками, що дозволить точніше оцінювати їх вплив і ефективність.

Економічні інструменти повинні стимулювати сільськогосподарських виробників до впровадження екологічно чистих технологій, одночасно підвищуючи їхню продуктивність та рентабельність. Наприклад, субсидії та гранти на впровадження сучасних методів точного землеробства можуть збільшити врожайність на 10-20% на гектар при зменшенні використання добрив на 15-25%. Це не лише підвищує рентабельність, але й знижує витрати на гектар на 5-10%. Податкові пільги, такі як зменшення податку на прибуток на 5-10% для фермерів, які впроваджують стійкі практики, можуть збільшити рівень впровадження таких практик на 15-30 %, що позитивно вплине на загальну ефективність використання земель.

Іншим економічним інструментом є створення ринку екологічних послуг, де фермери можуть отримувати додатковий дохід за збереження природних екосистем або зниження викидів парникових газів. Наприклад, компенсації за зниження викидів пар-

никових газів можуть складати від 10 до 20 євро за тону CO<sub>2</sub>-еквіваленту. Це дозволить сільськогосподарським підприємствам збільшити свої доходи на 5-10 % в залежності від масштабу діяльності. Торгівля квотами на викиди може створити додатковий ринок вартістю в сотні мільйонів гривень, де агробізнес зможе продавати свої квоти на зниження викидів.

З регуляторних інструментів варто звернути увагу на встановлення стандартів та норм екологічної безпеки, які не обтяжують бізнес зайвими заборонами, але надають чіткі орієнтири для екологічно відповідального ведення господарства. Наприклад, стандарти щодо мінімізації використання пестицидів можуть передбачати зменшення їх застосування на 10-15 % без зниження врожайності, що може бути досягнуто за рахунок впровадження більш ефективних технологій захисту рослин. Впровадження таких стандартів може бути підтримано програмами підвищення кваліфікації, що допоможе фермерам зменшити витрати на пестициди на 5-10 % на гектар.

Системи сертифікації екологічно чистих продуктів також можуть стати ефективним інструментом для бізнесу, дозволяючи отримати доступ до преміальних ринків. У середньому, ціни на сертифіковану екологічно чисту продукцію можуть бути на 20-30 % вищими, ніж на звичайну продукцію. Це дозволяє збільшити доходи фермерів на 10-15 % навіть за умови, що витрати на виробництво таких продуктів зростають на 5-7 %.

На міжнародному рівні, участь у глобальних ініціативах, таких як програми торгівлі викидами або проекти «вуглецевих ферм», може забезпечити доступ до нових ринків і джерел фінансування. Наприклад, участь у

таких програмах може збільшити експорт агропродукції на 5-10 % за рахунок зниження бар'єрів для входу на екологічно чутливі ринки ЄС або США. Крім того, доступ до «зелених» фінансових інструментів може зменшити вартість капіталу для фермерів на 1-2 %.

Ці кількісні оцінки та показники дозволяють побачити реальний вплив економічних та регуляторних інструментів на ефективність агробізнесу, забезпечуючи баланс між економічною ефективністю та екологічною стійкістю, акцентуючи увагу на створенні додаткових можливостей для бізнесу та мінімальному використанні заборон і обмежень.

#### Список використаних джерел

1. Краснолуцький О. В., Мартин А. Г., Шевченко О. В. Землекористування корпоративних сільськогосподарських підприємств в Україні: ефективність, розвиток, регулювання: Монографія. Київ: ФОРУМ, 2019. 307 с.
2. Пархомиць М. К., Уніят Л. М. Економічна ефективність використання земельних угідь у конкурентному середовищі. *Український журнал прикладної економіки*. 2016. Том 1. № 1. С. 153–162.
3. Маркіна І. А., Кобченко М. Ю. Передумови ефективного землекористування аграрних підприємств у системі соціально-економічного розвитку України. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Вип. 33. С. 95–101.
4. Будзак О. С., Будзак В. М. Ефективне використання земель України: аналіз, динаміка та регіони з найбільш затребуваним попитом на інноваційні агропроекти. *Ефективна економіка*. 2020. № 4. URL: [http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/4\\_2020/17.pdf](http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/4_2020/17.pdf) (дата звернення: 08.08.2024).

5. Фондові дані Державної служби статистики України: Статистичний збірник «Рослинництво України» за 2022 рік. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/09/zb\\_rosl\\_2022.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/zb_rosl_2022.pdf) (дата звернення: 07.08.2024).
6. Фондові дані Державної служби статистики України: Статистичний збірник «Тваринництво України» за 2022 рік. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/05/zb\\_tv\\_2022.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/05/zb_tv_2022.pdf) (дата звернення: 07.08.2024).
7. Кравченко О. М. Ефективність землекористування в сільському господарстві України. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 149. С. 186–195.
8. Фондові дані Державної служби статистики України: Статистичний збірник «Регіони України» за 2021 рік. Частина II. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/12/Regionu\\_21\\_pdf.zip](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/12/Regionu_21_pdf.zip) (дата звернення: 07.08.2024).
9. Tilman D., Balzer C., Hill J. and Befort B. L. Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2011. № 108. P. 20260–20264. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>.
10. Smith P., Olesen J. E. Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture. *The Journal of Agricultural Science*. 2010. № 148(5). P. 543–552. URL: <https://doi.org/10.1017/S0021859610000341>.
11. Schneider U. A., Smith P. Energy intensities and greenhouse gas emission mitigation in global agriculture. *Energy Efficiency*. 2009. № 2(2). P. 195–206. URL: <https://doi.org/10.1007/s12053-008-9035-5>.
12. Vermeulen S. J., Campbell B. M., Ingram, J. S. I. Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*. 2012. № 37. P. 195–222. URL:

<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>.

---

### References

1. Krasnoluts'kyi, O., Martyn, A., Shevchenko O. (2019). *Zemlekorystuvannya korporativnykh sil's'kohospodars'kykh pidpryyemstv v Ukraini: efektyvnist', rozvytok, rehulyuvannya* [Land use of corporate agricultural enterprises in Ukraine: efficiency, development, regulation] : monograph. Kyiv: FOP Yamchynskiy O.V., 2019. 307 с. [in Ukrainian].
2. Parkhomets', M., Uniyat, L. (2016). *Ekonomichna efektyvnist' vykorystannya zemel'nykh uhid' u konkurentnomu seredovyshchi*. [Economic efficiency of land use in a competitive environment]. *Ukrainian Journal of Applied Economics*, Volume 1. No. 1. С. 153–162. [in Ukrainian].
3. Markina, I., Kobchenko, M. (2018). *eredumovy efektyvnoho zemlekorystuvannya ahrarnykh pidpryyemstv u systemi sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku Ukrainy*. [Prerequisites of effective land use of agrarian enterprises in the system of socio-economic development of Ukraine]. *Black Sea Economic Studies*. Volume 33. С. 95–101. [in Ukrainian].
4. Budzyak, O., Budzyak, V. (2020). *Efektyvne vykorystannya zemel' Ukrainy: analiz, dynamika ta rehiony z naybil'sh zatrebuvanym popytom na innovatsiyni ahropoekty*. [Effective land use of Ukraine: analysis, dynamics and regions with the most demanding demand for innovative agricultural projects]. *Efficient economy*. Volume 4. Available at: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2020/17.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2020/17.pdf). [in Ukrainian].
5. Statistical collection: «Crop production of Ukraine» for 2022. Stock data of the State Statistics Service of Ukraine. Available at: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/09/zb\\_rosl\\_2022.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/zb_rosl_2022.pdf).

6. Statistical collection «Livestock of Ukraine» for 2022. Stock data of the State Statistics Service of Ukraine. Available at: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/05/zb\\_tv\\_2022.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/05/zb_tv_2022.pdf).
7. Kravchenko O. (2014). Efektyvnist' zemlekorystuvannya v sil's'komu hospodarstvi Ukrainy. [Effectiveness of land use in the agriculture of Ukraine]. *Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*. Volume 149. 186–195. [in Ukrainian].
8. Statistical collection «Regions of Ukraine» for 2021. Part II. Stock data of the State Statistics Service of Ukraine. Available at: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/12/Regionu\\_21\\_pdf.zip](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/12/Regionu_21_pdf.zip).
9. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. and Befort, B. L. (2011). Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Volume 108. 20260–20264. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>.
10. Smith, P., Olesen, J. E. (2010). Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture. *The Journal of Agricultural Science*. Volume 148(5). 543–552. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0021859610000341>.
11. Schneider, U. A., Smith, P. (2009). Energy intensities and greenhouse gas emission mitigation in global agriculture. *Energy Efficiency*. Volume 2(2). P. 195–206. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12053-008-9035-5>.
12. Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., Ingram, J. S. I. (2012). Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*. Volume 37. 195–222. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>.

**Shevchenko O., Martyn A., Kulinich A.**

**SUPPORT FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF AGRICULTURAL LAND USE IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 40-55.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.04>

**Abstract.** *The study addresses the issue of supporting the environmental and economic efficiency of agricultural land use in Ukraine in the context of climate change. Changing climate conditions are having a negative impact on the agricultural sector, causing lower yields, soil degradation and increased environmental problems. In response to these challenges, the study focuses on the development of strategies and measures aimed at ensuring sustainable agricultural development through optimising the use of land resources. The study analyses the current state of agricultural land, assesses the impact of climate change on the agricultural sector, and identifies key indicators of environmental and economic efficiency. The methods and approaches proposed in the study are aimed at preserving soil fertility, reducing the environmental impact of agricultural activities, and increasing the economic profitability and sustainability of the agricultural sector. The results of the study can be used to improve national policy in the field of land management and adaptation of the agricultural sector to new climate realities. Implementation of the research findings can have a positive impact on ecosystem conservation, increase the economic efficiency of the agricultural sector, and improve the welfare of the rural population in Ukraine. Thus, the study makes a significant contribution to the development of scientific knowledge and practices on the efficient use of land resources in the context of global climate change.*

**Keywords:** *land resources, efficiency of agricultural land use, food security, climate change, environmentally sound land use, land protection, erosion control structures.*

# НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ГЕОСИСТЕМ

UDC 528.92

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.05>

## GEOINFORMATION SUPPORT FOR STRATEGIC PLANNING AND MONITORING OF REGIONAL DEVELOPMENT OF UKRAINE UNDER MARTIAL LAW

**KOSHEL A.,**

*Doctor of Economics*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*e-mail: koshelao@gmail.com*

**KOSHEL D.,**

*PhD student*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*e-mail: d.koshel@nubip.edu.ua*

**KEMPA O.,**

*Dr inż. (PhD)*

*Wroclaw University of Environmental and Life Sciences*

*e-mail: olgierd.kempa@upwr.edu.pl*

**Abstract.** *The article highlights the use of geographic information systems (GIS) to address current issues related to strategic planning and regional development in crisis conditions. In the context of the martial law imposed in Ukraine due to the war, the need for effective planning, management and monitoring of regional resources has become particularly acute. This research paper considers the use of modern GIS as a tool for collecting, analysing and visualising geospatial data, which allows for prompt decision-making on regional development in the areas of infrastructure rehabilitation, land management and assessment of the environmental impact of military operations. The authors analyse the key aspects of the implementation of GIS technologies in the planning strategies for the development of Ukrainian regions, in particular, they define the role of such systems in ensuring security, stability and economic recovery of the affected regions.*

*The problems of integrating GIS with other monitoring and management systems are discussed separately, and the importance of cross-sectoral cooperation at the state and local levels for the effective implementation of strategic planning is emphasised. The article also focuses on the use of remote sensing data to monitor areas at risk of environmental or infrastructure damage. The study suggests innovative approaches to*

*the use of geoinformation technologies in ensuring sustainable regional development of Ukraine during military conflicts and other crisis phenomena.*

**Key words:** *geographic information systems, strategic planning, monitoring, remote sensing, land management, regional security.*

---

### ***Actuality***

The issue of strategic planning and monitoring of the state's regional development has always been one of the most pressing, especially now that Ukraine is under martial law due to the aggression of the Russian Federation. As the situation changes every day and the number of damaged and destroyed facilities due to missile and bomb attacks is constantly growing, it is becoming almost impossible to use existing approaches to strategic planning and monitoring of regional development. Given these dynamics and the existing range of modern information technologies, the widespread introduction of geographic information support in the processes of planning and monitoring regional development is an extremely relevant solution that can form a complete system with the ability to manage based on data.

### ***Analysis of the latest scientific research and publications***

The issues of strategic planning and monitoring of regional development have been studied by such scholars as K. Pastukh, A. Boyko, N. Popadynets, A. Melnyk, V. Heets, N. Smentina, Z. Buryk, and others. At the same time, the issue of geoinformation support for strategic planning and monitoring of regional development, especially in martial law, is relatively new and poorly understood.

***The purpose of the article*** is to highlight scientific and methodological approaches to the formation of geoin-

formation support for strategic planning and monitoring of regional development of Ukraine under martial law.

### ***Materials and methods of scientific research***

The theoretical and methodological basis of the study is modern conceptual approaches to the problem of strategic planning and monitoring of regional development. It is proposed to use a set of methods aimed at collecting, processing and analysing geospatial data, as well as assessing their impact on management decision-making.

To visualise the results of the study, the cartographic method is used, which allows creating digital maps of territorial development and the impact of military operations on the regions of Ukraine. Scenario modelling is used to assess possible scenarios of regional development after the end of hostilities. The modelling can be carried out taking into account various options for restoring infrastructure, economic resources and natural conditions. This allows us to assess the likelihood of new crises or development opportunities.

To study the dynamics of changes in the regions, the method of analysing spatial and temporal data is used. This allows us to identify trends and patterns in changes in land use, infrastructure and the environmental situation as a result of military operations. Data from government and international organisations: statistical and cartographic materials from open sources to analyse the socio-eco-



conomic indicators of the regions. These methods provide a comprehensive approach to the study of regional development in crisis situations, namely military operations, which makes it important for Ukraine's recovery after the conflict.

### ***The results***

Many scholars around the world have been and continue to study the issues of strategic planning and monitoring of regional development. In particular, Marek W. Kozak his scientific work assessed the effectiveness of regional policies at the expense of EU structural funds, with a focus on the impact of such interventions on the socio-economic development of regions. One of the main problematic issues highlighted by the author is the lack of sufficient data or access to it, which limits the possibility of conducting a full analysis of the impact of policies. In general, his article emphasises the importance of improving approaches to the evaluation of EU regional policies and calls for the use of more comprehensive and result-oriented methods [1].

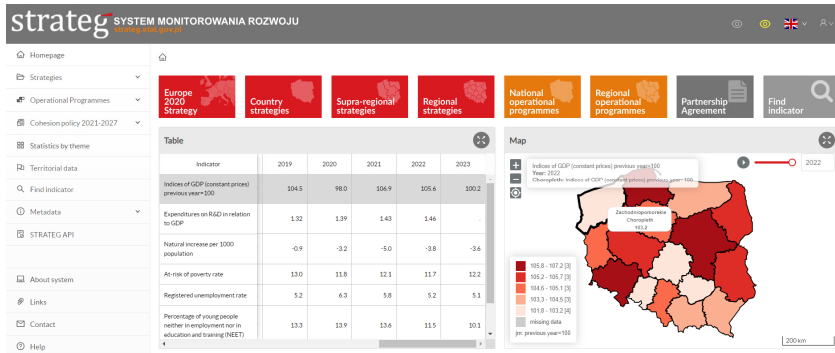
In their turn, the authors Dubrovskaya Yu.V., Kudryavtseva M.R., Kozonogova E.V. propose the method of 'smart benchmarking' as a tool for strategic planning of regional development. The main idea of 'smart benchmarking' is to compare regions with similar structural conditions for a more accurate determination of strategic priorities. For this purpose, the authors developed a matrix of distances between regions based on various indicators, such as the level of education, innovation activity and transport infrastructure. Their research also emphasises the importance of a two-stage analysis: comparison with similar regions and with national

averages, which allows identifying both unique opportunities and gaps in the development of a particular region [3, 4].

The research Retnandari, N. D. on the example of Indonesia is also constructive. In this article, the author examines the implementation of strategic planning in the public sector within the hierarchical administrative system of Indonesia. The authors come to the conclusion that many strategic planning documents are mere formalities, lack strategic character and are not taken into account when implementing development activities. Problems in the implementation of strategic planning were identified as low quality and quantity of information and data, and improvement, in their opinion, should be based on a results-based evaluation model, capacity building of evaluators and the need to involve other parties in business processes, such as reputable universities, which will create a multiplier effect for all stakeholders [2].

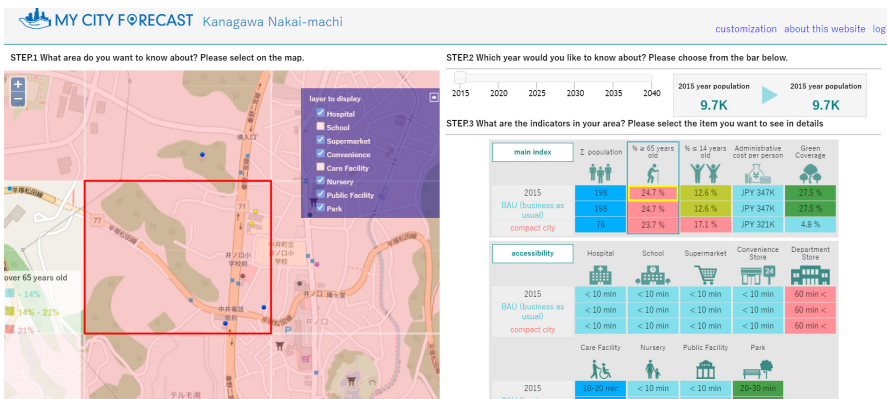
A well-known practice is the use of geoinformation software to automate processes and policies of strategic planning and monitoring of regional development in foreign countries. For example, Poland uses the Strateg service, a system designed to facilitate the process of monitoring development and assessing the impact of actions aimed at strengthening social cohesion. The database contains a comprehensive set of key indicators for monitoring (mostly annual) development at the national level, as well as at lower levels of territorial division (Figure 1).

Constructive are the technological solutions in Japan's regional development monitoring system, which provide forecast scenarios of various socio-economic indicators in the context of all prefectures and especially cities by 2040 (Fig. 2).



**Fig. 1. Geoinformation monitoring system for regional development STRATEG (Poland)**

Source: <https://strateg.stat.gov.pl>



**Fig. 2. Geographic information system for forecasting and modelling urban development MY CITY FORECAST**

Source: <https://v1.mycityforecast.net/>

Using the master plans currently being developed by municipalities as input, the tool shows how the living environment of citizens will change in the future if the urban structure changes according to the plan, using a simple simulation with 14 indicators. MY CITY FORECAST visualises the environment of residential areas from 2015 to 2040 based on the current population distribution and location of facilities. To evaluate the plan, a comparison of the current value and the value in the future is displayed, while maintaining the current

urban structure. At the same time, by collecting citizens' assessments through questionnaires, this system is a meeting point between citizens' opinions and the future image of the city projected by local government representatives [5].

These systems have made a significant contribution to the development of geoinformation support for strategic planning and monitoring of regional development in their countries. However, we are facing a higher level task, based on the accumulated international experience, to form a geographic infor-

mation system capable of addressing the needs of regional development and strategic planning in wartime.

Evaluating the experience of many countries in the processes of strategic planning and monitoring of regional development, it should be noted that over the past 30 years, a whole galaxy of various scientific and methodological approaches to solving this problem has been formed. For Ukraine, this accumulated knowledge base is invaluable, however, when forming the national system of strategic planning and subsequent monitoring of regional development, the first question was to take into account the peculiarities of the country's martial law. This makes significant adjustments to the existing practices of the world, because almost no country has ever built a modern system of regional development under martial law. The introduction of geoinformation tools can solve a task of this level of complexity, taking into account the constant change in conditions. A modern geoinformation system is a powerful information support that ensures the processes of geodata collection, processing, analysis, modelling and forecasting in both static and dynamic modes.

Since 2022, Ukraine has been rapidly moving towards the gradual creation of a geographic information system for regional development. Thus, in accordance with the current legislation, issues related to strategic planning and monitoring of Ukraine's regional development have been formed and defined in many legal documents, the key ones being the Law of Ukraine 'On the Principles of State Regional Policy', the State Strategy for Regional Development for 2021-2027, the Action Plan for the Implementation of the Roadmap for Reforming Public Investment Man-

agement for 2024-2028, the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine 'On Approval of the Procedure for the Functioning of the Unified Geographic Information System of Ukraine', and the Law of Ukraine 'On the Development of the Unified Geographic Information System of Ukraine'. These regulatory and legislative acts create the legal framework for the functioning of a unified geographic information system that monitors and evaluates the socio-economic development of regions and territorial communities. This is intended to improve the efficiency of management decision-making and control over the implementation of the state regional policy. In general, the main parameters and principles laid down in the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine stipulate that the unified geographic information system includes several functional modules that allow for the collection, storage, processing and analysis of data on the development of territories. The information is collected from external information resources (state registers, cadastres) and integrated into the database to provide access to users. It also provides for two categories of users: authorised (government agencies, local governments) and external (individuals and legal entities). Authorised users have access to the database to monitor, prepare reports and forecasts on the development of territories. External users can access public information.

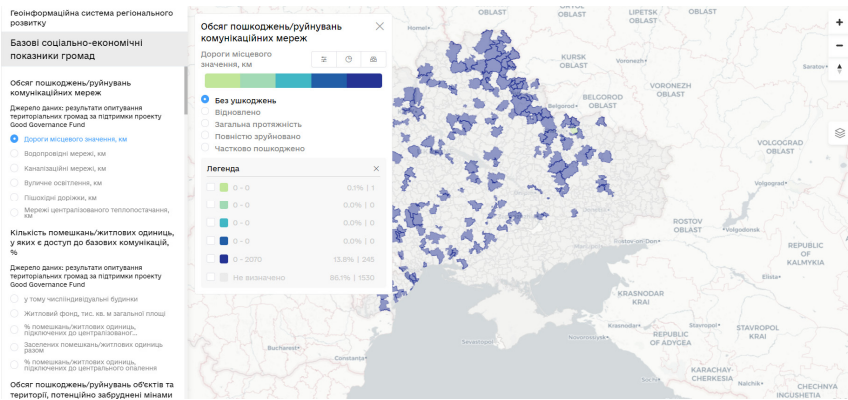
Integration between the geographic information system and other state resources is carried out through special software interfaces, which ensures automated data transfer. One of the important aspects is ensuring information security, including protection of personal data and prevention of unauthorised access.

The system implementation is funded by international technical assistance, EU grants and other external sources, which underscores the importance of international support for the development of the national geospatial data infrastructure.

In general, this geographic information system should create an opportunity to monitor and evaluate the implementation of the state regional policy in the country. In other words, as a result,

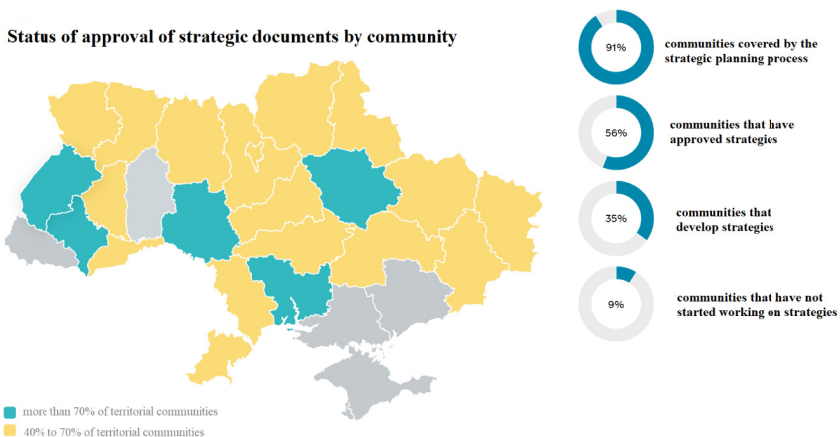
territorial communities, regional administrations and the Cabinet of Ministers of Ukraine approve development strategies. These strategies define the vectors of movement, goals, objectives and activities for which budgetary or international funds are allocated. Monitoring and evaluation are needed to understand the effect of the implementation of these strategic documents.

Over the past two years, this system has gone from the development of



**Fig. 3. Geographic information system of regional development (socio-economic indicators of communities)**

Source: <http://gisrr.mtu.gov.ua/>



**Fig. 4. Geographic information system for regional development (strategic planning)**

Source: <http://gisrr.mtu.gov.ua/>

a technical concept, technical requirements, and the creation of its MVP to the test mode of its industrial use. According to the vision of the Ministry of Communities and Territories Development of Ukraine, this regional development geographic information system will be integrated into the Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management (DREAM). Analysing the current stage of the system's test mode, the following components should be noted (Fig. 3-4).

Thus, the GIS of regional development should, in the final version of its implementation, provide a full cycle of formation, implementation and monitoring of regional policy: from data-based decisions and strategic planning to stakeholder engagement and monitoring of regional development.

According to the authors, in order to effectively implement the goals and objectives of strategic planning and regional development of Ukraine under martial law, a modern geographic information system for regional development should contain components of an integrated approach to the management and restoration of territories:

1. High-quality geospatial data base (cadastral data, space and aerial photographs, demographic data, infrastructure facilities, natural resources and ecosystems, etc.)

2. Integration with state registers and information systems (State Land Cadastre, State Register of Real Property Rights, Register of Damaged and Destroyed Property, etc.)

3. Analytical and forecasting modules (modelling and forecasting, analysis of destruction and recovery, risk assessment, etc.)

4. Interactive maps and data visualisation (infrastructure development

maps, environmental maps, demographic maps, etc.)

5. Monitoring and evaluation tools (implementation of strategic development plans, assessment of resource efficiency, etc.)

6. Data protection and cybersecurity (protection against unauthorised access, protection of personal data).

7. Opportunities for integration with international systems (geoinformation platforms of the UN, EU, NATO).

### ***Conclusions and perspectives***

The analysis of existing regulatory and legal documents and existing information support for the modern digitalisation of strategic planning and monitoring of regional development has shown that the foundation has been laid for the formation of a modern geographic information system, which is critical for monitoring and assessing the socio-economic development of Ukraine's regions, especially under martial law. This will improve the quality of management decisions at various levels of government and increase transparency in regional policy.

A modern geographic information system for regional development should be a multifunctional tool that provides comprehensive monitoring, analytics and management of Ukraine's recovery processes in the context of war. It should integrate data from various sources, ensure reliable data protection, include tools for assessment and forecasting, and be transparent to the public and international partners.

---

### **References**

1. Kozak, M. W. (2012). Strategic planning of regional development. Evaluating the

- effects of regional interventions., 32.
2. Purkarthofer, E., Humer, A., & Mäntysalo, R. (2021). Regional planning: An arena of interests, institutions and relations. *Regional Studies*, 55(5), 773–777. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1875128>
  3. Degórski, M., & Degórska, B. (2022). Sustainable regional development: Environmental practices. In M. Mishra, R. B. Singh, A. J. d. Lucena, & S. Chatterjee (Eds.), *Regional development planning and practice* (pp. 3–31). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-5681-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-16-5681-1_1)
  4. Retnandari, N. D. (2022). Implementation of strategic planning in regional/municipal governments, obstacles and challenges. *Policy & Governance Review*, 6(2), 155-175.
  5. Pradhan, P. K., & Sharma, P. (2022). Regional planning strategy for sustainable development in Nepal: A critical analysis. In M. Mishra, R. B. Singh, A. J. d. Lucena, & S. Chatterjee (Eds.), *Regional development planning and practice* (pp. 91–120). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-5681-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-16-5681-1_5)
- 

**Кошель А.О., Кошель Д.О., Кемпа О.**

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ЗЕМЛЕУСТРІЙ, КАДАСТР І МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ 3'24: 56-63**  
<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.06>

**Анотація.** Стаття висвітлює використання геоінформаційних систем (ГІС) для вирішення актуальних проблем пов'язаних зі стратегічним плануванням та регіональним розвитком в кризових умовах. У контексті воєнного стану, який встановлений в Україні через війну, потреба в ефективному плануванні, управлінні та моніторингу регіональних ресурсів стала особливою гострою.

Дана наукова праця розглядає застосування сучасних ГІС як інструменту для збору, аналізу та візуалізації геопросторових даних, що дозволяє оперативно приймати рішення щодо регіонального розвитку у сфері відновлення інфраструктури, управління земельними ресурсами та оцінки екологічних наслідків військових дій.

Автори аналізують ключові аспекти впровадження ГІС-технологій у стратегії планування розвитку регіонів України, зокрема, визначають роль таких систем у забезпеченні безпеки, стабільності та економічного відновлення постраждалих регіонів.

Окремо розглянуто проблеми інтеграції ГІС з іншими системами моніторингу та управління, а також наголошено на важливості міжсекторальної співпраці на державному та місцевому рівнях для ефективної реалізації стратегічного планування. У статті також акцентується увага на використанні даних дистанційного зондування Землі для моніторингу територій, що перебувають під ризиком екологічних або інфраструктурних пошкоджень.

Проведене дослідження пропонує інноваційні підходи до використання геоінформаційних технологій у забезпеченні сталого регіонального розвитку України під час військових конфліктів та інших кризових явищ.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, стратегічне планування, моніторинг, дистанційне зондування Землі, управління земельними ресурсами, регіональна безпека.



---

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО КАРКАСА ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ

---

**В. С. ЧАБАНЮК,**

*кандидат фізико-математичних наук,*

*старший науковий співробітник,*

*Інститут географії Національної академії наук України,*

*E-mail: chab3@i.ua*

**О. П. ДИШЛИК,**

*виконавчий директор, ТОВ «Геоматичні рішення»,*

*E-mail: dyshlyk@geomatrica.kiev.ua*

**Анотація.** У роботі формалізується явище концептуальні каркаси просторових систем. Їй передує концептуалізація цього ж явища, але для вузкого класу класичних атласних систем. Формалізація потрібна з кількох причин. Першою є використання концептуальних каркасів у створенні системної картографії і, зокрема, базованої на моделях картографії як нової системної парадигми картографії і як спеціалізації базованої на моделях інженерії. Другою є спрощення реалізації, оскільки формалізовані конструкції простіше реалізувати засобами інформатики. Третьою є можливість використання індуктивних умовиводів дослідниками з відмінним від нашого досвідом.

У даній статті спочатку описуються формалізовані конструкції рівнів і страт концептуального каркаса просторових систем. При цьому для формалізації поняття страт використовується ще ширше, ніж просторові системи, поняття. Це так звана Наука інформаційних систем, яка має велике значення для розуміння суті як дослідження, так і проектування системних предметів X. Після цього практично примінімі конструкції страт концептуального каркаса атласних або просторових систем отримуються аналогією.

Вказані три причини задовольняються розглядом актуальних сьогодні формалізацій концептуального каркаса з точок зору трьох дисциплін: 1) картографії, 2) інформатики, 3) системології. У картографії проводяться важливі для сучасної практики аналогії з формальною моделлю карти карто-каркаса МакКінні-Шнайдера у викладі монографії 2016 р. У інформатиці – з концепціями стабільності програмного забезпечення у викладі монографії 2015 р. У системології – з універсальним вирішувачем системних проблем Кліра, який є актуальним і у наш час. На завершення висловлюються думки щодо примініміості коцептуального каркаса предметів X до класифікації систем просторової діяльності, якщо такими представити картографію загалом або системну картографію зокрема.

**Ключові слова:** концептуальний каркас атласних або просторових систем (АтС/ПрС) у розширеному розумінні (АтСш/ПрСш), Інфраструктура АтС/АтСш (ПрС/ПрСш), формалізація концептуального каркаса АтСш/ПрСш.

## Вступ

У статті [1] концептуальний каркас визначався двома термінами: «концепція» і «каркас», де каркас розумівся як архітектурний патерн походженням з інформатики. Там ми використали також загальніше і зрозуміліше визначення патерна Александера [2], яке дає найкраще представлення про суть нашого розуміння. А саме, воно пояснює такі основні проблеми серії статей про концептуальні каркаси: 1) якою має бути річ (предмет, продукт; приклад такої речі - атласна система), щоб у фіксованому контексті забезпечувались її малопроблемне створення, підтримка експлуатації і розвиток?; 2) яким має бути процес, відповідний речі (приклад такого процесу – створення речі)? Таким чином, патерн, що називається «концептуальним (понятійним) каркасом предмета X», водночас описує як предмет (річ, продукт) X, який (яку) потрібно створити, так і процес його використання для створення, підтримки експлуатації та розвитку X.

Поняття «концептуальний каркас» еволюціонувало. Розвинулось також залежне від нього поняття «предмет X». У статті 2014 р. ми розпочинали з індивідуального предмета X – електронної версії національного атласу України (ЕЛНАУ) і його розширення ЕЛНАУш. Потім розглянули клас електронних атласів (ЕА) і його розширень ЕАш, відповідних концептуальному каркасу ЕЛНАУ/ЕЛНАУш. Потім були атласні інформаційні системи (АтІС) і їх розширення АтІСш, які позначаються  $\{\text{Атласні Системи (АтС)}\} = \{\text{ЕА}\} \cup \{\text{АтІС}\} \cup \{\text{АтСш}\} = \{\text{ЕАш}\} \cup \{\text{АтІСш}\}$  відповідно.

Останнім часом ми почали інтенсивно використовувати ще два класи

атласних систем: 1) системні електронні атласи і атласні геоінформаційні системи (АГІС). Ці нові класи інколи називаються "некласичними" АтС, тоді як існуючі до них називаються «класичними» АтС. До усіх згаданих АтС застосовний концептуальний каркас. Хоча, якщо бути точними, то концептуальний каркас застосовний як до класичних АтС у розширеному розумінні – АтСш, так і до некласичних АтС, для яких позначення ще не підібрано. У випадку останніх кожний раз потрібно уточнювати, до чого і яке розширення застосовується.

Не будемо забувати і про Атласні інфраструктури. Вони введені як розширення так званих класичних АтС у вузькому розумінні, які позначаються АтСв. Класичними називаються звичні ЕАв (наприклад, ЕЛНАУв) і звичні АтІСв. З кожною такою АтСв узгоджується ще одна розширена АтСш', яка називається атласною інфраструктурою, так що справджується умовне рівняння  $\text{АтСш} = \text{АтСв} + \text{атласна інфраструктура АтСш}'$ . Сучасні атласні інфраструктури є розширеннями не тільки АтСв, а усіх АтС. Тобто, в принципі, розширити можливо і розширення АтСв.

## Матеріали і методи наукового дослідження

Матеріали дослідження включають матеріали статті [1], і додаткові матеріали. До додаткових відносяться розширення класичних атласних систем, а також некласичні атласні системи. Це дозволило розширити предмет застосування концептуальних каркасів до просторових систем, що відображено в назві статті. До некласичних атласних систем відносяться системні електронні атла-

си (СЕА) і атласні геоінформаційні системи (АГІС). Прикладом АГІС є АГІС культурної спадщини (АГІС-КС). Автори приймали участь у створенні як окремих СЕА, так і окремих компонентів АГІС-КС, що обґрунтовує застосування абдуктивних умовиводів.

Як і у статті [1], для створення/знаходження концептуальних каркасів класичних АтСш а також СЕА і АГІС використовувався абдуктивний метод, що базувався на оновленому практичному досвіді. Крім того, для обґрунтування концептуальних каркасів цієї статті використовувались як дедуктивний, так і індуктивний методи. Специфікою методів є використання отриманих раніше метода концептуальних каркасів, а також метода каркасів рішень.

#### ***Формалізація концептуального каркаса атласних систем***

Є кілька обґрунтувань (структури) концептуального каркаса предмета Х. Предмет Х може бути ЕлНАУ/ЕлНАУш, елементом з множини атласних систем («класичних» або «некласичних») і/або їх розширень АтСш або навіть іншою просторовою інформаційною системою (ПрІС) і їхніми розширеннями ПрІСш у заданому контексті. Концептуальний каркас має відповідати контексту дослідження. Перше, абдуктивне обґрунтування сказаного, використано у 2014 і у 2024 рр. Обґрунтування 2 і 3 можливо назвати «індуктивними». Вони використовуються у даній і наступних статтях серії.

Обґрунтування 2 (індуктивне). Для умовиводів про рівні концептуального каркаса використано роботу [3] і подальші дослідження в цьому

напрямку. Для умовиводів про страти концептуального каркаса використано роботу [4] і подальші дослідження в цьому напрямку. Актуалізацією формалізації рівнів з точки зору картографії є монографія [5], з точки зору інформатики – монографія [6]. Актуалізація формалізації страт з точки зору системології міститься у монографії [7].

Обґрунтування 3 (індуктивне). У останні роки розвиваються дослідження переважно у інформатиці, які називаються базованою на моделях інженерією (БМІ). Інформаційна (наша) інтерпретація концептуального каркаса і метод концептуальних каркасів є конструкціями БМІ. Достатньо представити концептуальний каркас моделлю, а метод пов'язати з процесом моделювання. Але це предмет іншої статті.

У цій статті наводиться Обґрунтування 2 (індуктивне), яке по суті є формалізацією концептуального каркаса системних предметів Х «науки інформаційних систем». Це головний результат статті. Основним індуктивним методом є метод аналогій: умовиводи здійснюються для науки інформаційних систем або інформаційних систем загалом, а умовиводи для просторових (картографічних) інформаційних систем отримуються аналогіями.

#### ***Формалізація поняття рівнів Концептуального каркаса***

Поняття рівнів інформаційних систем досліджено в [3]. J. Pivari називав їх рівнями абстракції і мав на увазі абстракції, ідентифіковані як організація-власник (HoSt organization - HS), всесвіт міркувань (Universe of Discourse - UoD) і абстрактна тех-

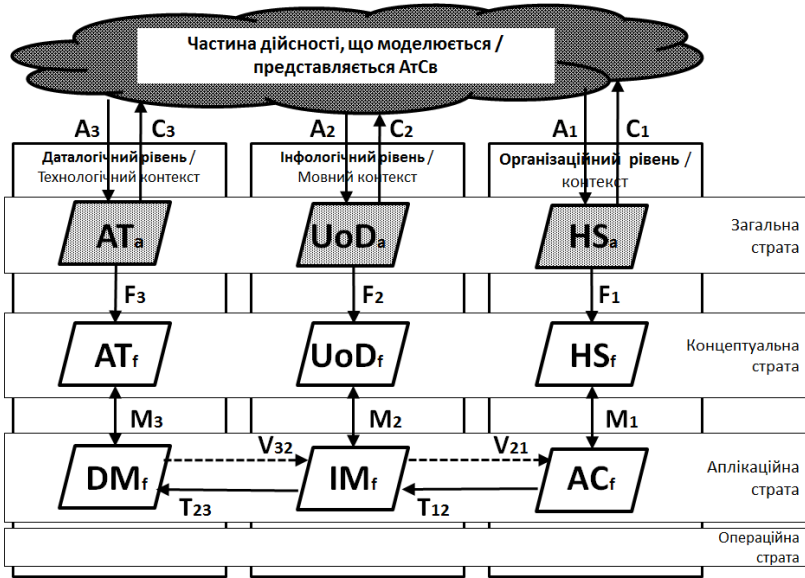


Рис. 1. Відповідність елементів рівнів КоКа АтС і рівнів абстракції ІС за [3; Рис. 3.1]

нологія (Abstract Technology - AT). Відповідність даталогічного, інфологічного і організаційного рівнів (або технологічного, мовного і організаційного контекстів) концептуального каркаса АтС і даталогічного/технічного, концептуального/інфологічного і організаційного рівнів J. Iivari для однієї ІС показано на Рис. 1. Прикметник 'однієї' привносить дуже важливий для розуміння результату J. Iivari сенс, оскільки автор цитованої роботи по суті концентрувався на дослідженні рівнів абстракції однієї ІС. Концептуальний каркас АтС має справу не з однією системою, а з множинами систем на кожній з страт, які мають певні відношення між собою як всередині однієї страти, так і між стратами.

На Рис. 1 елементи з [3; Рис. 3.1] показані паралелограмами з товщиною границі 3 піксела (наприклад,

АТа і АТf), а відношення між ними - підписаними стрілками (наприклад, F3). Такі елементи, як даталогічний, інфологічний і організаційний рівень описані J. Iivari, але не показані на [3; Рис. 3.1]. Вони показані прямокутниками з товщиною границі 2 піксела. Поняття 'страта' в [3] не було. Ці поняття «прийшло» з концептуального каркаса предметів X. Вони показані прямокутниками з товщиною границі 1 піксел.

Як зазначено в [3], «ці абстракції не обов'язково пасивні описи існуючої реальності, але, як правило, утворюють нову реальність, відображаючи той факт, що інформаційні системи мають на увазі розвиток організації, зміну мови, і розвиток технологій у організації-власнику. Абстракції описуються за допомогою відповідних формалізмів (F1-F3). Формалізми можуть бути напівформальними або

формальними. Відображення M1 між концепцією аплікації (ACf) і описом хост-системи (HSf) визначає організаційний контекст інформаційної системи. Відображення M2 між інфологічною (інформаційною) моделлю (IMf) і описом UoD (UoDf) виражає пропозиціональний/ концептуальний смисл інформації. Відображення M3 між даталогічною моделлю (DMf) і абстрактною технологією (ATf) описує відповідність функціональних компонентів системи абстрактним технічним ресурсам. Відношення між рівнями описуються як трансформації  $T_{ij}$  з верхнього рівня на наступний нижчий рівень, а також як зворотні відношення верифікації  $V_{ji}$ , що перевіряють, чи задовольняють нижні рівні верхнім».

Показані на Рис. 1 символи  $A_i$ ,  $C_i$ ,  $i = 1, 2, 3$  і відповідні їм стрілки позначають три відношення абстрагування і зворотні їм три відношення конкретизації.

Введене поняття рівнів є фундаментальним в інформатиці. Мабуть, його не потрібно пояснювати спеціалістам з інформатики (computer science). Однак підозрюємо, що воно недостатньо зрозуміле не ІТ-спеціалістам. Його продемонстровано в [8] на прикладі досить практичної задачі створення національної інфраструктури просторових даних (НПД).

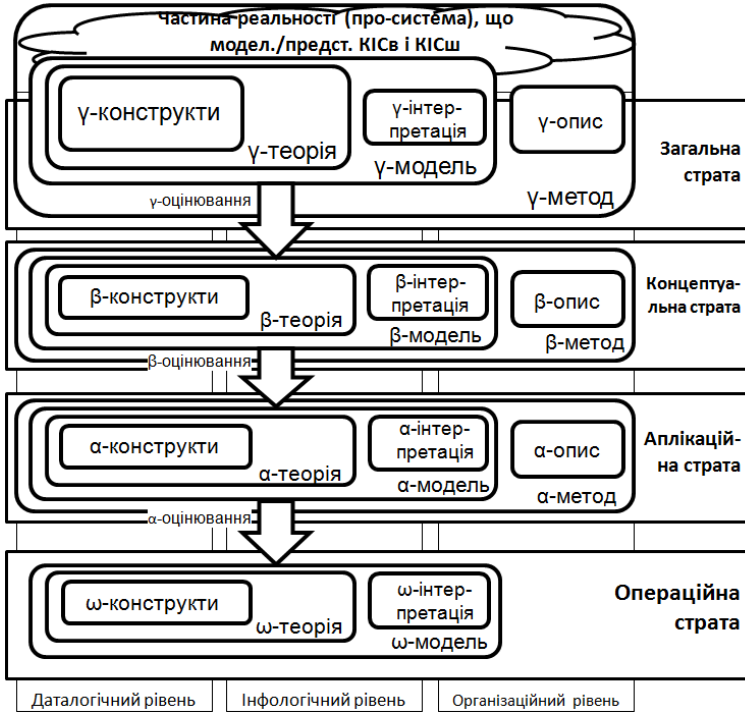
У комп'ютерній науці і практиці існує багато доказів наявності і взаємозалежності елементів рівнів/ контекстів [3], [9], [10]. Більше того, стверджується, що ці елементи мають бути гармонізовані між собою в рамках однієї страти, хоча про це явно не стверджувалось. Iivari [3] детально розглянув природу і гармонізовану взаємодію елементів даталогічного, інфологічного та організаційного

рівнів в рамках однієї страти, а також взаємодію цих елементів з елементами метастрат. Myloroulos та ін. [9] ввели поняття взаємодіючих між собою світів: системного (об'єднання даталогічного та інфологічного рівнів), використання (організаційний рівень), розробки (аплікаційна страта) і предметного (концептуальна страта). Olive [10], крім наведеного вище опису по суті різнорівневих елементів і їх взаємодії (інформаційна система), детально розглянув поняття метаінформаційної системи, що складається з елементів метастрати, і відношення цих елементів з елементами інформаційної системи.

#### ***Формалізація поняття страт концептуального каркаса***

Страти є складнішими конструкціями, ніж рівні. Назви  $i$ , частково, значення страт ми взяли з [4], де розглядаються операційний, прикладний (аплікаційний), понятійний (концептуальний) і загальний рівні науки інформаційних систем. Оскільки термін 'рівень' вже задіяний, ми замінили його терміном 'страта'. Згідно [4], значення кожної з чотирьох страт визначалося за допомогою елементів  $\gamma$ -,  $\beta$ -,  $\alpha$ -,  $\omega$ - страт (рівнів). Відношення між 'сусідніми' стратами (рівнями) визначалися як відношення 'мета'. Наприклад,  $\beta$ -страта ( $\beta$ -рівень) визначалася як мета-страта (мета-рівень)  $\alpha$ -страти ( $\alpha$ -рівня). На кожній страті (рівні) визначалися свої елементи. Наприклад, елементи  $\beta$ -страти ( $\beta$ -рівня):  $\beta$ -всесвіт,  $\beta$ -конструкти,  $\beta$ -теорія,  $\beta$ -інтерпретація,  $\beta$ -оцінювання,  $\beta$ -модель,  $\beta$ -опис,  $\beta$ -метод.

Ми використали концептуальний каркас (КоКа) для картографічних інформаційних систем (КІС), що є



**Рис. 2. Відповідність елементів страт КоКа КІС і Науки інформаційних систем**

узагальненням КоКа АтС. На Рис. 2 елементи з [4] показані округленими прямокутниками з товщиною границі 3 піксела (наприклад,  $\gamma$ -конструкти,  $\beta$ -опис), а відношення між ними - підписаними стрілками (наприклад,  $\beta$ -оцінювання). Такі елементи, як операційна, прикладна, понятійна і загальна страти КоКа КІС показані прямокутниками з товщиною границі 2 піксела. Аналоги даталогічного, інфологічного і організаційного рівнів КоКа КІС в [4] відсутні. Вони показані прямокутниками з товщиною границі 1 піксел.

$\gamma$ -всесвіт в [4] визначався, як «все у фізичному світі (або у всьому Всесвіті) і все в усіх уявних (розумових)

світах, придуманих людиною». У КоКа КІС аналогом цього поняття є об'єднання двох понять: геосистеми (Про-Системи) і загальної страти КІС (включаючи  $\gamma$ КІС), причому, ГеоСистемиСПро-Системи. Це об'єднання можна назвати  $\gamma$ -просторовим всесвітом. Сказане у цьому абзаці пояснює, чому відповідність понять  $\gamma$ -рівня з [4] і Загальної страти з КоКа КІС показано так, як на Рис. 2. Оскільки ми розглядаємо КІС, які є спеціалізацією інформаційних систем, то для них справедливими будуть результати, отримані в [4] для науки інформаційних систем. Кілька прикладів таких (дедуктивних) умовиводів (міркувань) ми наводимо нижче.



- $\gamma$ -метод із [4] представляв Науку інформаційних систем. За аналогією  $\gamma$ -метод Концептуального каркаса КІС представляє науку картографічних інформаційних систем. Якщо КІС узагальнити до усіх картографічних систем, то можна буде говорити про інтегральну системну картографію, «другим напрямком (виміром)» якої є скрізна (наприклад, реляційна) картографія. Першим напрямком (виміром) такої системної картографії буде одна або кілька предметних картографій.

- в [4] описується приклад  $\beta$ -моделі ( $\beta$ -model) - мова програмування Pascal.  $\beta$ -оцінюванням ( $\beta$ -valuation) є отримання  $\alpha$ -моделі ( $\alpha$ -model) з  $\beta$ -моделі - написання конкретної програми на Паскалі.  $\omega$ -моделлю в цьому прикладі є конкретний стан конкретної програми на мові Паскаль в пам'яті комп'ютера. За аналогією можна описати картографічну  $\beta$ -модель - якусь реалізацію мови карти, наприклад, картографічну мову MapInfo Professional.  $\alpha$ -моделлю у цьому випадку може бути конкретна електронна векторна карта, побудована за допомогою MapInfo Professional.  $\omega$ -моделлю буде зображення векторної карти на екрані комп'ютера або паперове зображення цієї карти, віддруковане, наприклад, на плоттері розміром А1.

Описану в [4] багатостратову (багаторівневу) ієрархічну систему понять можливо застосувати до інформаційних систем самої різної природи. Ми поставили перед собою завдання пошуку закономірностей побудови картографічних інформаційних систем з використанням підходу, що базується на реляційних патернах. Тобто, в реляційних Концептуальних каркасах ЕА і/або АІС

і/або КІС ми шукаємо і будуємо менші реляційні патерни. Частина цих патернів є архітектурними будівельними блоками - каркасами рішень, з яких і за допомогою яких в кінцевому рахунку конструюються продукти кінцевого користувача: електронний атлас, атласна інформаційна система, картографічна інформаційна система операційної страти відповідної форми.

### ***Актуалізація формалізацій концептуального каркаса***

У цьому розділі обґрунтовуються два твердження:

1. Формалізація концептуального каркаса просторових інформаційних систем (ПрІС), або картографічних інформаційних систем (КІС), або АІС, або ЕА, що виконана з використанням статей [3] і [4], є результатом, який актуальний і сьогодні.

2. Підхід до картографії і картографічних систем, базований на реляційних картографічних патернах, що включають концептуальні каркаси (і каркаси рішень), має практичну цінність незалежно від країни, в якій вони застосовуються. Іншими словами, продукція Х може відрізнитись від країни до країни, а от реляційні картографічні патерни (концептуальні каркаси, каркаси рішень тощо) – ні. Тобто, наші абдуктивні умовиводи справедливі не тільки для ЕА і/або АІС і/або КІС, і/або ПрІС, що розроблені нами в Україні з початку століття. Формалізація перетворює їх у індуктивні умовиводи.

Актуалізація формалізацій концептуального каркаса розглядається з точок зору трьох дисциплін:

- Картографії, що розуміється як дисципліна виготовлення і вико-

**Табл. 1. Системна модель карти (СМК)**

Абстрактний світ	ДЗМК	ІЗМК	ВЗМК	Користувачі Загального ешелону
Абстрактно-фізичний світ	ДКМК	ІКМК	ВКМК	Користувачі Інфраструктурного ешелону
Абстрактно-фізичний світ	ДАМК	ІАМК	ВАМК	Користувачі Аплікаційного ешелону
Фізичний світ	ДОМК	ІОМК	ВОМК	Користувачі Операційного ешелону

ристання карт. Ця формалізація називається «предметною».

- Інформатики, яка по-англійськи називається «computer science» (комп'ютерна наука). Тому цю формалізацію називаємо «комп'ютерною».

- Системології - структуралістського підходу Дж.Кліра до загальної теорії систем. Завдяки використанню математичного апарату універсального вирішувача системних проблем Дж. Кліра ця формалізація називається «системною».

### **«Предметна» формалізація концептуального каркаса**

#### *Системна модель карти*

Для актуальної «предметної» формалізації концептуального каркаса нам знадобиться так звана системна модель карти (СМК). Рекомендуємо також звернути увагу на рисунок [1; Рис. 2], який можна розуміти як приклад застосування СМК до карт одного з видів - хороплетних. У даній статті СМК спрощує знаходження аналогій з моделлю карти (МК) карто-каркаса. СМК наведено також для демонстрації можливостей моделей, які будуть використовуватись у наступних статтях серії, зокрема, з узагальнення статичних і динаміч-

них властивостей концептуального каркаса.

У Табл. 1 вжито такі скорочення: Д – даталогіка, даталогічний рівень, І – інфологіка, інфологічний рівень, В – використання, організаційний рівень або світ використання, О – операційна страта, А – аплікаційна страта, К – концептуальна страта, З – загальна страта. Страти відповідають показаним справа Ешелонам користувачів. Введені поняття визначаються і досліджуються у монографії [8]. Зауважимо, що:

1. У залежності від вибраних однієї із чотирьох страт/ешелонів ми маємо справу з чотирма (під)моделями карти (МК), що належать відповідній страті досліджуваної системи (System Under Study - SUS) і тому називаються також постратними:  $СМК=ЗМК+КМК+АМК+ОМК$  (1), де ЗМК – загальна МК, КМК – концептуальна МК, АМК – аплікаційна МК, ОМК - Операційна МК.

2. МК кожної страти/ешелону складається з:  $ХМК=ДХМК+ІХМК+К+ВХМК$  (2), де  $X=O, A, K, Z$ , а Д, І, В визначені вище.

Зліва у Табл. 1 показано частини реального світу, які моделюються відповідними елементами СМК. Звичай у реальному світі спочатку

визначається досліджувана система (SUS) або її частина, які потім моделюються одним або кількома компонентами СМК. Модель визначається як спрощення системи, що побудоване з урахуванням передбачуваної мети. Модель повинна надавати можливість відповідати на запитання замість фактичної системи. Наприклад, система абстрактного реального світу моделюється з допомогою ЗМК, хоча відповідність системи реального світу і відповідної постратної моделі (у даному випадку ЗМК) не завжди така однозначна.

Праворуч у Табл. 1 показана організаційна система користувачів, яка розділена на чотири ешелони. Між МК кожної страти і певним ешелоном користувачів існує відповідність. Ешелони можуть бути віртуальними. Наприклад, у кожному реальному проекті утворюються артефакти практичних страт О, А, К. Творці цих артефактів повинні отримати потрібні теоретичні знання, які є артефактами Загальної страти (З). Ці артефакти зазвичай створюються науковцями або викладачами. Однак викладачі рідко приймають участь у реальних проектах, хоча віртуально вони присутні завжди.

Формули (1) і (2) непрості. Наприклад, знак «+» є не простим додаванням, а позначає операції, результатом яких є конструювання карти з кількох складових МК, якщо ми хочемо отримати повну МК. Тому ми називаємо його тут «суперпозицією». Для операційної та аплікаційної страт знак «+» у формулі (2) позначає як мінімум одну з чотирьох картографічних операцій або їх комбінацій: конкатенація, конструювання зображення, координатні трансформації і додавання. У формулі (1) значення цього знака є ще дальшим ніж до-

давання, оскільки між елементами страт існують такі відношення як, наприклад, класифікація/інстанціація (classification/instantiation) або конформність (conformsTo). Перше відношення зазвичай задає відношення між інформаційними об'єктами однієї системи, наприклад об'єкт/клас. Друге відношення задає відношення модель/метамодель. В обох випадках у формулі (1) показується якість «об'єднання» складових елементів, що ми також називаємо суперпозицією. Загалом, формула (2) відноситься до методології предметної (і класичної) картографії (хоча і повинна задовольняти вимоги до рівнів реляційної картографії), а формула (1) – до методології реляційної картографії. Непростими є також складові елементи формул (1) і (2).

*Карто-каркас МакКінні-Шнайдера*

Потенціал монографії [5] для теоретичної картографії очевидний, хоча ми лише через кілька років після видання почали використовувати її активно у своїх публічних роботах. Першим прикладом використання стала стаття [11]. Там ми тільки згадали про просторові розбиття (розбиття простору, spatial partitions) як основу нової моделі карт (МК) карто-каркаса і висловили думку щодо її примінимості до актуалізації «датованої частини» модельно-пізнавальної концепції Берлянта.

З часом потрібність МК карто-каркаса тільки зростає. Зокрема, у даній статті за допомогою СМК розглядається відповідність формальної МК карто-каркаса і моделей даталогічного рівня реляційної картографії. Цим самим отримуємо формалізацію так званої модельної картографії – першої з двох основних складових майбутньої системної картографії.

Табл. 2. Відповідність між даталогією СМК і главами [5]

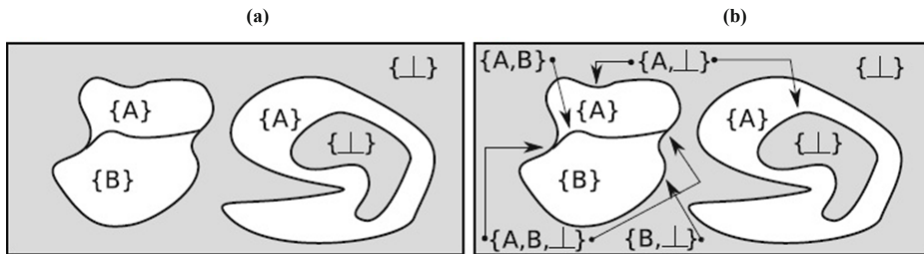
Абстрактний світ	<b>Просторові розбиття: математична модель карт у розділі «Глава 2. Формальна модель карт як фундаментальний тип»</b>	<b>ІЗМК</b>	<b>ВЗМК</b>	Користувачі Загального ешелону
Абстрактно-фізичний світ	<b>Глава 8. Дискретна модель карт</b>	<b>ІКМК</b>	<b>ВКМК</b>	Користувачі Інфраструктурного ешелону
Абстрактно-фізичний світ	<b>Глава 9 Реалізація карт: Map2D</b>	<b>ІАМК</b>	<b>ВАМК</b>	Користувачі Аплікаційного ешелону
Фізичний світ	<b>ДОМК</b>	<b>ІОМК</b>	<b>ВОМК</b>	Користувачі Операційного ешелону

Другим прикладом є безумовна корисність формальної МК при вирішенні практичних проблем, які можуть вирішуватись лише за допомогою МК карто-каркаса. Для підтвердження цієї думки пропонуємо приклад практичних проблем, у вирішенні яких може допомогти формальна модель карти МакКінні-Шнайдера завдяки супутній їй алгебрі операцій над просторовими розбиттями.

Загалом, у монографії [5] пропонуються повна ієрархічна структура карт і описуються кроки переходу між ієрархіями. Визначаються типи даних для карт на кожній ієрархії і описуються відповідні їм операції та предикати з гарантією замикання типів над типами карт. Карти починають створюватися на найвищому рівні ієрархії відповідно до абстрактної моделі карт. Потім створюється дискретна модель карти, яка зберігає властивості абстрактної моделі, і, нарешті, створюється реалізаційна модель карт для систем баз даних. Результатом є повна алгебра, яка забезпечує фундаментальний тип даних карт в обчислювальних системах.

У Табл. 2 показана відповідність між даталогією страт СМК і главами монографії [5]. Усі описані далі кроки виконуються у даталогічному рівні СМК між компонентами трьох страт: загальної, концептуальної і аплікаційної.

Абстрактна модель карт, що визначається першою, відноситься до Загальної страти. Абстрактна модель – це математична формалізація типів даних карти разом із математичними визначеннями операцій над картами. На абстрактному рівні (у загальній страті) створюється точний тип даних, для якого ми можемо довести замикання типу незалежно від операцій; іншими словами, ми покажемо, що операції з картами створюватимуть карти як результат, так що операції можуть бути складені для визначення складних завдань аналізу даних. На абстрактному рівні не розглядаються аспекти реалізації, тому використовуються такі концепції, як нескінченні набори точок, які не можуть бути безпосередньо реалізовані в комп'ютерних системах, і не враховуються часова або просторова складність операцій. Основна увага



**Рис. 3. Приклад просторового розбиття з двома регіонами. (а) Просторове розбиття з мітками регіонів. (б) Просторове розбиття з його регіонами і мітками границь. Мітки моделюються як множини атрибутів у просторових розбиттях**

на абстрактному рівні приділяється створенню математичної основи для МК карто-каркаса.

Після завершення абстрактної специфікації ми переходимо до дискретної моделі карт. На дискретному рівні (у концептуальній страті) ми переводимо абстрактний тип даних для карт у дискретні конструкції, які можливо реалізувати у комп'ютерних системах; однак ми ще не розглядаємо реалізацію моделі в конкретній системі. Іншими словами, дискретна модель не залежить від деталей реалізації. Наприклад, дискретна модель карт не нав'язує певний тип числових даних для представлення координат, скоріше за все це залишається на розсуд моделі реалізації.

Нарешті, реалізаційна МК (у аплікаційній страті) надає механізми для реалізації дискретної МК у конкретній системі чи середовищі. Пропонується реалізаційна модель, орієнтована на бази даних. Таким чином вирішуються питання зберігання карт і їх атрибутних даних у базах даних і показується, як реалізувати операції з картою, визначені в абстрактній моделі, у середовищі бази даних. Одним з потужних аспектів описаної

послідовності визначення карт є те, що загальний абстрактний тип даних, який забезпечує точні специфікації для типу карти та очікуваної поведінки операцій, може бути реалізований у багатьох середовищах і різними способами, але всі реалізації матимуть однаковий тип семантики.

Основою моделі карти (МК) карто-каркаса є так звані просторові розбиття. Визначення просторових розбиттів є неочевидним, тому тут надається інтуїтивно зрозумілий опис. Для цього використовується незначно оброблена інформація з параграфа «2.3 An Informal Overview of Spatial Partitions» монографії [5]. Існує також формальне визначення, яке досить об'ємне для відтворення тут.

Загалом, двовимірне просторове розбиття – це розділення площини на попарно непересічні регіони, так що кожний регіон пов'язаний з міткою або атрибутом, що має просту або складну структуру, і ці регіони відокремлені один від одного границями. Мітка регіону описує тематичні дані, пов'язані з регіоном. Усі точки в межах просторового розбиття, які мають ідентичну мітку, є частиною одного й того ж регіону. Топологічні

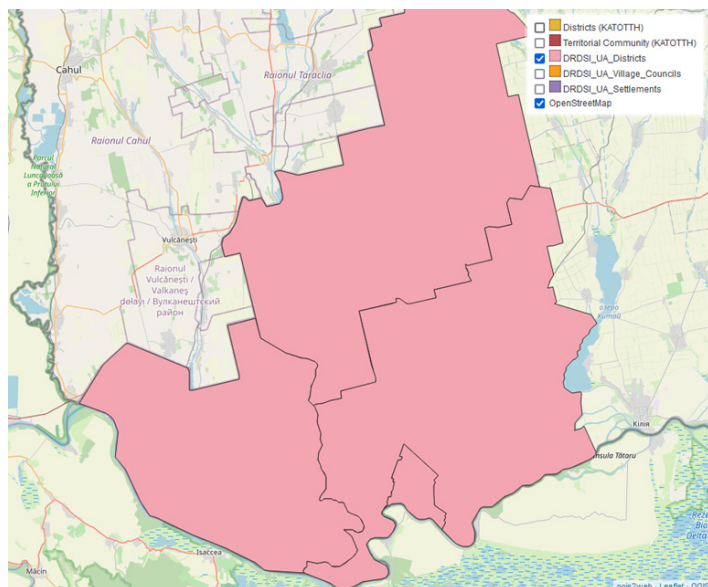


Рис. 4. Районування території пілотів DRDSI (DRDSI-UA-Districts) до адмін. реформи

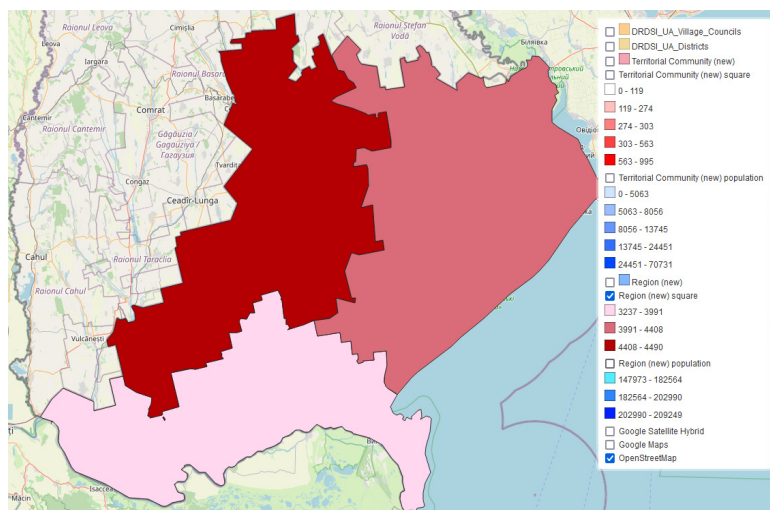


Рис. 5. 2020. Площі нових районів (Ізмайльського, Болградського, Білгород-Дністровського)

відношення неявно моделюються між регіонами в просторовому розбитті. Наприклад, якщо не звертати увагу на спільні границі, то розбиття регіо-

нів ніколи не перетинаються; завдяки цій властивості карти мають досить просту структуру. Зовнішність просторового розбиття позначається



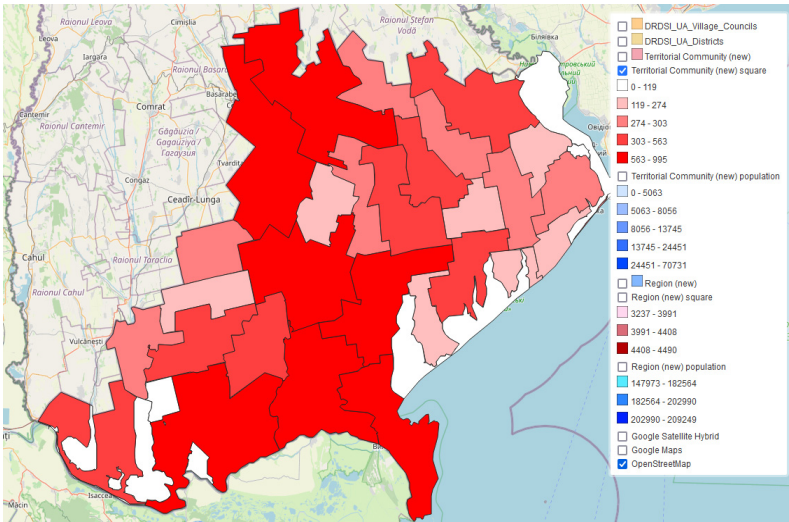


Рис. 6. 2020. Площі новоутворених територіальних громад

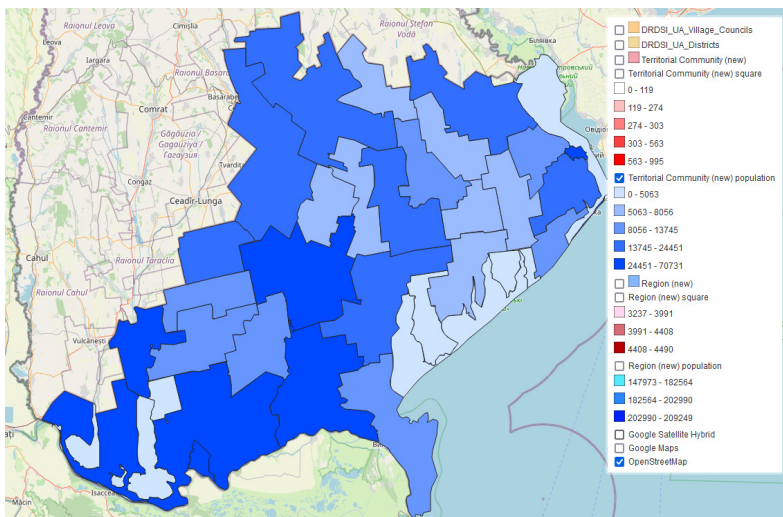


Рис. 7. До 2020. Населення новоутворених територіальних громад

символом  $\perp$ . На Рис. За зображено приклад просторового розбиття, що складається з двох регіонів.

Кожний регіон у просторовому розбитті пов'язаний з однією міткою або атрибутом. Просторове розбиття моделюється шляхом відображення

евклідового простору на такі мітки. Самі мітки моделюються як множини атрибутів. Регіони просторового розбиття тоді визначаються як такі, що складаються з усіх точок, які містять ідентичну мітку. Кожний суміжний регіон має різні мітки у своїй

внутрішній частині (внутрішність, інтер'єр), але їхній спільній границі призначається мітка, що містить мітки обох суміжних регіонів. На Рис. 3b показано приклад просторового розбиття з мітками границь. Операції над просторовими розбиттями визначені з використанням відомих у картографічній літературі операцій з картами. Всі відомі операції над просторовими розбиттями можна виразити через три фундаментальні операції: перетин, перерозмічання та покращення. Крім того, тип просторових розбиттів замкнутий відносно цих операцій. Операції над просторовими розбиттями детально розглянуті у монографії.

Ми не маємо можливості розглянути детально усі три рівні МК карто-каркаса з [5]. Надіємось, що наведеного викладу достатньо, щоб оцінити перспективність її практичного використання. Для прикладу розглянемо можливість обґрунтованого рішення проблем, що виникли при зміні адміністративно-територіального поділу України у 2020 р.

Зауважимо, що логічно обґрунтовано перерайонувати територію дуже важко. Адже потрібно врахувати багато характеристик (атрибутів) старого і нового розбиттів території: кількість жителів, площі, границі, відстань між важливими місцями, продуктивність земельних наділів, тощо. Без відповідного інструмента це зробити майже неможливо. Рішенням може бути реалізація алгебри МК карто-каркаса.

Для тестових прикладів ми вибрали наступні проблеми/задачі і запропонували їх рішення з використанням прототипної реалізації МК карто-каркаса:

- Територіальні громади у ад-

міністративній реформі 2020 р. були утворені з сільрад. Утворення не було простим об'єднанням їх територій. Кілька операцій з МК карто-каркасу потрібно застосувати для цього.

- Після утворення нових громад нові райони були отримані їх об'єднаннями. Довелося використати операцію об'єднання МК карто-каркасу.

- Змінилася кількість населення у нових адміністративних одиницях, що можливо промоделювати хороплетними картами. Використовується механізм змін міток МК карто-каркасу.

- Проблема площинних об'єктів, що належать до територій державного управління. Наприклад, водні об'єкти. Показується, як їх «вписати» в МК карто-каркасу.

Рис. 4 - Рис. 7 використовуються для демонстрації деяких з ідентифікованих проблем/задач. Позначення: DRDSI - Danube Reference Data and Services Infrastructure, DRDSI\_UA\_Districts: Bolgrad, Reni, Izmail districts (rayons) and the Izmail city of Odessa oblast.

Ми не будемо коментувати наведені рисунки. Зауважимо тільки, що нашою метою було описати проблеми, для вирішення яких доцільна МК карто-каркаса і запропонувати інструмент реалізації. Інтерпретації результатів застосування інструменту важливі, однак залишаємо їх для інших статей. Для опису інструменту потрібно для початку розглянути, наприклад, [5]. Це – авторський пакет просторово-часової геометрії в Python. Він не призначений для надшвидкої роботи, здебільшого це чиста реалізація на Python. Актуальна на сьогодні версія зосереджена на геометрії регіонів і геометрії рухомих регіонів.

Далі наводиться хороплетна карта кількості населення новоутворених територіальних громад. Дані отримано з відкритих джерел, тому їх можливо використовувати тільки як приклад.

### **«Комп'ютерна» формалізація концептуального каркаса**

У цьому підрозділі проводяться аналогії між (частиною) концептуального каркаса і так званими концепціями стабільності програмного забезпечення (ПЗ). Останні достатньо формалізовані з комп'ютерної точки зору у монографії [6] та інших. Монографія [6] опублікована у 2015 році, тому у 2014 р., під час публікації першої нашої роботи з концептуальних каркасів, ми її ще не знали.

Разом з тим, на межі тисячоліття у проектах Франко-Німецької чорнобильської ініціативи (ФНІ) ми «відшукали» так званий каркас проектних рішень ProSF (Projects Solutions Framework). Виявилось, що ProSF застосовний не тільки до проектів ФНІ, а й до проектів фактично будь-якої природи, якщо метою проекту є створення якоїсь інформаційної продукції. Більше того, якщо розглядати діяльність так званих гео-підприємств, то з усіх «підхожих» для неї ProSF досить легко виділити просторово-спеціалізований каркас георішень GeoSF (GeoSolutions Framework). Прикладами ProSF, що «підходять» до діяльності гео-підприємств, є створення або використання: 1) просторової бази даних, 2) «просторового» програмного забезпечення, 3) електронної карти, 4) електронного атласа, 5) довільної картографічної інформаційної системи (КІС).

Ми навіть створили порталъ-

ний програмний засіб, відповідний методу GeoSF - стандартній версії sGeoSF, які (метод і засіб) відповідали продуктивній моделі розробки інфраструктури просторових даних (ІПД) і які на початку тисячоліття ми пропонували як один з способів побудови національної ІПД (НІПД). Вказаний спосіб можливо назвати підйомом «знизу-вгору» по організаційній ієрархії: від гео-підприємства до організації НІПД. Щоб не віднімати місця, не будемо цитувати написане нами з цього приводу. Виняток зробимо тільки для статті [12], на яку легко вийти пошуком “GeoSF” в Інтернеті браузером Chrome. У вказаній статті містяться рисунки [12; Рис. 3, 4, 7, 8], які разом з [1; Рис. 3а, 4] і їх описами будемо використовувати далі.

Перед розглядом потрібного нам вмісту монографії [6] нагадаємо, що існує багато процесів розробки програм і систем. В багатьох з них розробка здійснюється постадійно: від загальніших моделей кінцевого результату до детальніших. Найвідомішими стадіями є концептуальна, логічна і фізична. Результатами виконання стадій є концептуальна, логічна і фізична моделі або схеми кінцевого результату – продукта або системи. Приклад такого процесу наведено на рисунку [12; Рис. 3], який називався «Застосуванням метода КаРі GeoSF для створення комп'ютерної системи». Ми покажемо його модифікацію так, як на Рис. 8.

Порівняно з [12; Рис. 3], на Рис. 8 зроблено кілька важливих для нас модифікацій:

1. Уточнені відношення між патернами вищих і нижчих страт. Крім відношення «екземпляризації» (instantiate, instantiation) показані відношення, дійсні у процесах роз-

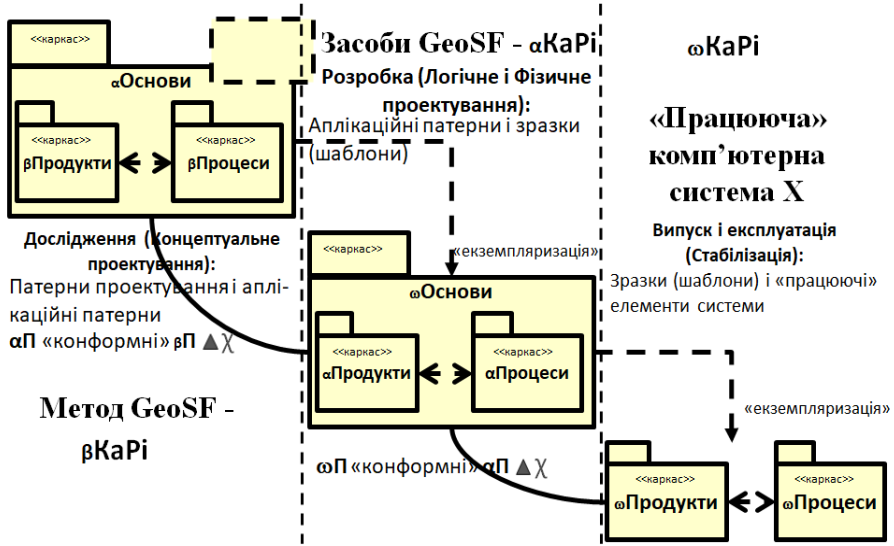


Рис. 8. Модифікація застосування метода KaPi GeoSF для створення комп'ютерної системи X

робки, в яких використовуються саме патерни. Ці відношення називаються «конформністю» і позначаються знаком  $\chi$ . Потрібне нам їх використання описано на стор. 145-156 монографії [8].

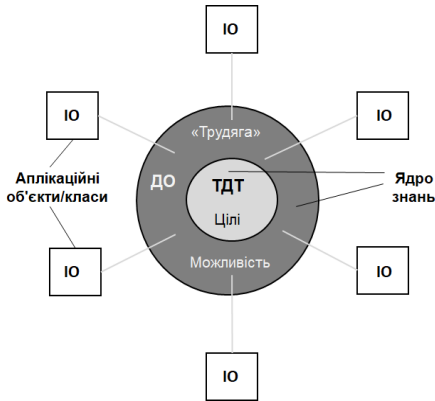
2. На стор. 145 монографії [8] розпочинається підрозділ «Формалізація Каркаса рішень» (KaPi). Там вона виконана з допомогою конструкцій базованої на моделях інженерії (БМІ). Відношення «конформності» є однією з таких конструкцій.

3. На Рис. 8 показані патерни  $\beta$ KaPi,  $\alpha$ KaPi,  $\omega$ KaPi. Досить легко помітити, що «над»  $\beta$ -стратою (концептуальною стратою) існує  $\gamma$ -страга (загальна страга), на якій знаходяться  $\beta$ Основи, в які входять  $\gamma$ Продукти і  $\gamma$ Процеси. Ми не стали розширювати рисунок вгору, хоча очевидно, що там мають бути  $\gamma$ KaPi і патерни аналізу, узгоджені зі стадією досліджень і концептуальним проектуванням.

Попутно зауважимо, що логічне і фізичне проектування потрібно було б показувати на окремих стадіях.

Автори монографії [6] відомі роботами з так званого підходу концепції стабільності програмного забезпечення (ПЗ) (Software stability concepts approach) – Рис. 9. Перші роботи цього підходу датуються початком першого десятиліття, потім були інші роботи. Концепції стабільності ПЗ розподіляють класи будь-якої програмної системи на три основних понятійних шари: тривалих ділових тем (ТДТ, Enduring Business Themes - EBTs), ділових об'єктів (ДО, Business Objects – BOs), і індустріальних об'єктів (ІО, Industrial Objects - IOs).

Корисним для розуміння концепції стабільності ПЗ є використання так званих «карт знань» (knowledge maps), які доцільні при поясненні не індивідуальних (окремих), а «пов'я-



**Рис. 9. Підхід концепцій стабільності ПЗ [6; Рисунок 1.1]**

заних» понять. Такими є концепції стабільності ПЗ, а також використані у інших наших роботах понятійні карти, наприклад, для моделей. Далі ми використовуємо кілька цитат з [6; pp. 31-33].

У світі карт знань все класифікується за цілями, можливостями та тимчасовими аспектами. Ці аспекти, однак, безпосередньо відображаються в інших областях дослідження, як у випадку концепцій і патернів стабільності програмного забезпечення. У Табл. 3 цілі карт знань безпосеред-

ньо зіставлені з концепціями стабільності ПЗ, такими як тривалі ділові теми (ТДТ - EVTс), оскільки вони представляють незалежні від домену знання, які містять довгострокові контракти або правила, згідно з якими концепція застосовується. Завдяки тривалості і повторюваній якості, їх концептуальній природі, цілі також можуть бути безпосередньо відображені в області патернів як стабільні патерни аналізу. Той самий процес прямого зіставлення відбувається з можливостями, які зіставляються з концепціями стабільності ПЗ, такими як ділові об'єкти (ДО - BOs), оскільки вони також довговічні та придатні для повторного використання, а їхня мета полягає в досягненні цілей. Завдяки своїм вбудованим властивостям вони також формують основу для представлення патернів.

Тому, у світі патернів ці ДО (BOs) відомі як стабільні патерни проектування. Цілі та можливості залежать одна від одної: ціль повинна мати одну або більше можливостей, пов'язаних з нею, і можливість повинна мати чітко визначену мету для досягнення. Коли ми маємо дві або біль-

**Табл. 3. Зіставлення елементів у картах знань**

Карти знань	Стабільність	Патерни
Цілі	ТДТ	Стабільні патерни аналізу
Можливості досягнення кожної цілі	ДО	Стабільні патерни проектування
Синергія цілей і можливостей	ТДТ + ДО	Карти знань і багато стабільних архітектурних патернів
Сценарій розробки	ІО	Патерни процесів
Розгортання	ТДТ + ДО	Стабільні патерни аналізу, стабільні патерни проектування та стабільні архітектурні патерни
Динамічний аналіз/бізнес мова	Модель стабільності/ однокрокова розробка програмного забезпечення	Побудова систем патернів

ДО, ділові об'єкти; ТДТ, тривалі ділові теми; ІО, індустріальні об'єкти

ше цілей разом із їхніми сукупними можливостями, карта знань, по суті, набуває форми. Карти знань безпосередньо відображаються в концепціях стабільності програмного забезпечення як синергія між EBTs і BOs. Оскільки карти знань складаються з цілей і можливостей, а їхня природа довговічна та придатна для повторного використання, загальним результатом їх асоціації у світі патернів є стабільні архітектурні патерни. Карти знань передають архітектурні стилі, які адаптуються або акліматизуються до нових вимог або контекстів через точки розширення. Ці точки розширення говорять нам не тільки про те, як тут будуть використовуватися карти знань, але й про те, який насправді контекст розгортання (що можливо за допомогою підключення до них набору перехідних класів). Через мінливу та змінну природу перехідних класів вони відображаються як промислові об'єкти в концепціях стабільності ПЗ. У світі патернів вони також відомі як патерни процесів.

Одним з важливих моментів є те, що незалежно від різних назв, які приписуються цим поняттям, їхні характеристики, значення, цілі та поведінка залишаються майже незмінними протягом усього періоду їх використання. Тому в монографії [6] ці терміни взаємозамінні. Обґрунтування цієї номенклатури полягає в тому, щоб подолати існуючий розрив у спілкуванні між технічними та діловими людьми за допомогою спільної мови. Це означає, що нетехнічний менеджер, наприклад, може розуміти або здійснювати контроль над поточними процесами, пов'язаними з певним програмним продуктом, так само, як і розробник, оскільки обидва розмовляють однією мовою.

У світі концепцій стабільності програмного забезпечення довговічна якість і можливість повторного використання EBTs і BOs визначаються в основному шляхом вивчення базових знань, які іноді не помічаються або припускаються практиками, в основному в бізнес-питаннях і правилах. Таким чином, EBTs і BOs представляють набір норм і правил щодо того, як розуміти та вирішувати набір періодичних проблем, які вимагають негайної уваги з боку практиків. З точки зору карти знань, цілі та можливості поділяють майже те саме бачення, що й EBTs та BOs. Усі вони є бізнес-центричними та контекстними аспектами, які забезпечують ретроспективу обґрунтування домену.

Якщо застосувати підхід концепцій стабільності ПЗ, то виявиться, що картографічні патерни шару EBTs належать Загальній страті, картографічні патерни BOs належать понятійній (концептуальній) страті, картографічні патерни IOs належать аплікаційній страті КІС. Приклад картографічної інтерпретації концепцій стабільності ПЗ наведено на Рис. 10. Крім того, на Рис. 10 показана відповідність: EBT – концептуальна модель (загальна страта,  $\gamma$ KaPi), BO – логічна модель (концептуальна страта,  $\beta$ KaPi), IO – фізична модель (аплікаційна страта,  $\alpha$ KaPi). З точки зору страт можливий «зсув» на одну страту вниз: концептуальна, аплікаційна і операційна страти.

Підхід концепцій стабільності ПЗ доводить, що ідеї робіт [3] і [4] актуальні і зараз. Це означає, що наші дослідження реляційної картографії, які використовують досягнення науки інформаційних систем і реляційних патернів, теж актуальні. Досить очевидні аналогії між результатами



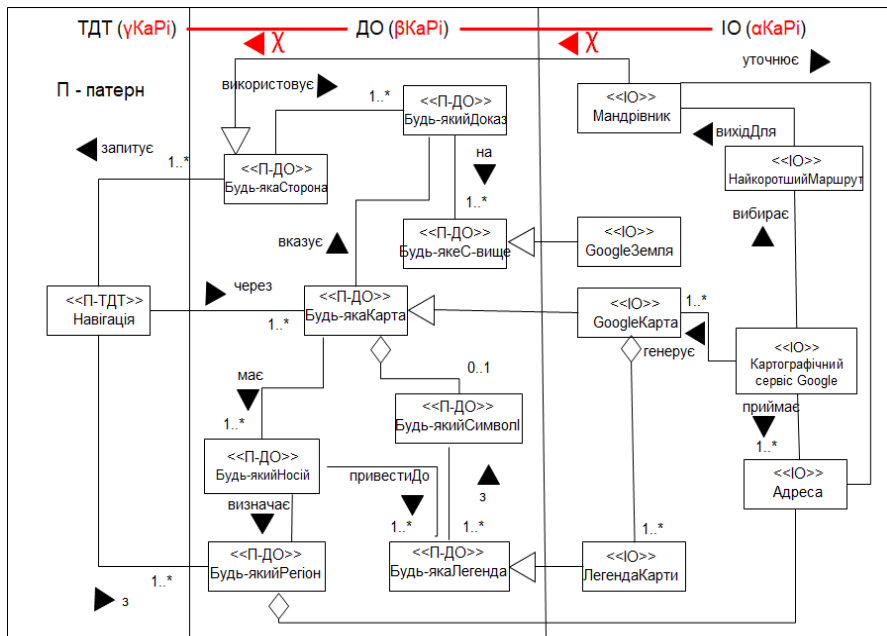


Рис. 10. Діаграма класів навігації по дорожній карті Google [6; Figure 7.4]

двох незалежних один від одного підходів є додатковим аргументом на користь правильності наших абдуктивних умовиводів, застосованих для отримання основних результатів про концептуальні каркаси реляційної картографії.

**«Системна» формалізація концептуального каркаса**

У цьому підрозділі використано матеріал з монографії [8]. Спочатку розглянемо системну формалізацію інформаційної системи у розширеному розумінні атласних базових карт (АБК) Веб 2.0 - ІСШ АБК Веб 2.0. АБК є необхідним компонентом будь-якої атласної системи.

Для дослідження системних властивостей понятійного каркаса АБК Веб 2.0 ми побудували загальноносистемну модель (ЗСМ) базової

карти (ЗСМ БК) з використанням математичного апарату з [9]. ЗСМ БК дозволяє формально визначити способи інтегрування різних АБК в інтегровану ієрархічну систему. Ми використовували два способи: структурована система і метасистема. Скорочений фрагмент структурованої системи SD описаний нижче.

ЗСМ БК понятійного каркаса АБК Веб 2.0 могла б бути наведеною нижче системою даних з семантикою SD:

$$SD=(S, d), \text{ де} \tag{1}$$

$$S=(O, I, I, O, E) \text{ - вихідна система,} \tag{2}$$

$$d: W \rightarrow V \text{ - функція даних, де} \tag{3}$$

$$O=(\{a_i, A_i \mid i=\{1, \dots, 11\}\}, \{(b_j, B_j) \mid j=\{1, 2, 3\}\}) \text{ - система сутності, де} \tag{4}$$

$a_i$  – властивість та  $A_i$  - множина її проявів,  $b_j$  - база та  $B_j$  - множина її елементів;  $W=W_1 \times W_2 \times W_3$ ,

**Табл. 4. Значення властивостей аі. (КТК) значить український класифікатор топокарт 1998 р.**

Властивість	Значення
a1: Математичні елементи, елементи планової і висотної основи (КТК)	Опорні пункти (Астрономічні пункти, Пункти державної геодезичної мережі, Точки знімальної мережі (пункти місцевої мережі), Пункти нівелірної мережі, Позначки висот (підписані точки), Стовпи граничні (межові знаки), які мають значення орієнтирів)
a2: Рельєф суші (КТК)	Рельєф, виражений горизонталями; Форми рельєфу, які не виражаються горизонталями; Характеристики рельєфу на карті, які виділяються як самостійні об'єкти
A3: Гідрографія і гідротехнічні споруди (КТК)	Гідрографія; Гідротехнічні споруди; Переправи і морські шляхи; Ос-трови
a4: Населені пункти (КТК)	Міські поселення; Сільські поселення; Інші поселення; Окремі будівлі; Елементи внутрішньої структури населеного пункту; Елементи окремих будівель, споруд
a5: Промислові, сільськогосподарські і соціально-культурні об'єкти (КТК)	Промислові об'єкти; Сільськогосподарські об'єкти; Соціально-культурні об'єкти; Допоміжні об'єкти при спорудах
a6: Дорожня мережа і дорожні споруди (КТК)	Дорожня мережа; Дорожні споруди; Характеристики дорожньої мережі, які виділяються на карті як самостійні об'єкти; Світлофорні арки, арки на автомобільних дорогах
a7: Рослинний покрив і ґрунти (КТК)	Рослинний покрив; Ґрунти
a8: Границі	Включають селищні, міські (муниципальні), районні, обласні, національні границі. Часто границі показують спеціалізовані землеволодіння (парки, аеропорти, військові бази і заповідники дикої природи)
a9: Адміністративно-територіальний поділ	Адміністративно-територіальний поділ України до населених пунктів виключно
a10: Кадастрова інформація	Володіння і границі земельних ділянок
a11: Цифрові ортозображення	Цифрові аерофотографії і космічні знімки

**Табл. 5. Значення баз b<sub>j</sub>**

База	Значення
b1: Час	Відрізок часу, під час якого існує базова карта України. Аналогічний запис t.
b2,3: Поверхня	Об'єднання поверхонь Землі в межах України в різні періоди її існування. Аналогічний запис (x, y).

$V = V_1 \times V_2 \times \dots \times V_{11}$ ,  $W_j$ ,  $j = \{1, 2, 3\}$ ,  $V_i$ ,  $i = \{1, \dots, 11\}$ , визначаються далі.

Конкретна представляюча система  $I = (\{(v_i, V_i) \mid i = \{1, \dots, 11\}\}, \{(w_j, W_j) \mid j = \{1, 2, 3\}\})$ . (5)

Загальна представляюча система  $I = (\{(v_i, V_i) \mid i = \{1, \dots, 11\}\}, \{(w_j, W_j) \mid j = \{1, 2, 3\}\})$ . (6)

Канал спостереження  $O = (\{(A_i, V_i, o_i) \mid i = \{1, \dots, 11\}\}, \{(B_j, W_j, \omega_j) \mid$

$j = \{1, 2, 3\}\})$ , де  $o_i: A_i \rightarrow V_i$ ,  $\omega_j: B_j \rightarrow W_j$ . (7)

Канал абстрагування/екземпляризації  $E = (\{(V_i, V_i, e_i) \mid i = \{1, \dots, 11\}\}, \{(W_j, W_j, e_j) \mid j = \{1, 2, 3\}\})$ , де  $e_i: V_i \rightarrow V_i$ ,  $e_j: W_j \rightarrow W_j$ . (8)

Зворотні стосовно  $e_i$  і  $e_j$  функції задають абстрагування відповідно  $v_i$  і  $w_j$ :  $e_{i-1}: V_i \rightarrow V_i$ ,  $e_{j-1}: W_j \rightarrow W_j$ .

Ні одна організація в Україні не

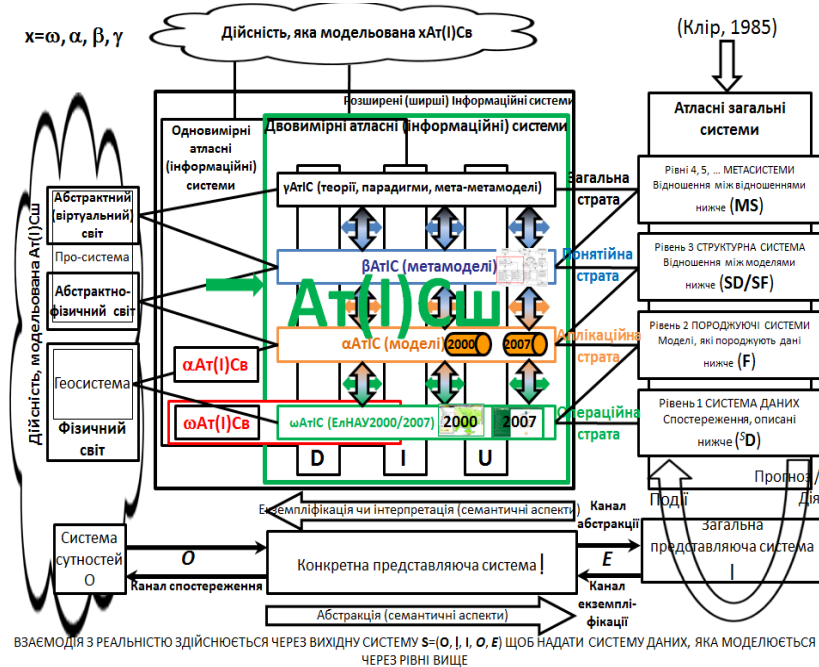


Рис. 11. Відношення SUS на фіксованому проміжку часу за [9]

зможє отримати шляхом спостережень або вимірювання усі потрібні значення конкретних змінних  $\omega_j$  та параметрів  $\omega_j$ . Тому потрібно використовувати механізм структурованих систем, завдяки яким повна система може бути отримана із окремих систем або підсистем. У цьому випадку кожна складова система даних будується окремо, а потім інтегрується у повну систему SD.

$$SD = \{(mV, mD) \mid m = \{1, 2, 3, 4\}\}, \text{ де} \quad (9)$$

$1V = V_1 \times \dots \times V_8$ , де  $V_j, j = \{1, \dots, 8\}$  – ті самі, що і в (6), 1D – відповідна 1V система даних топографічної карти України;

$2V = V_8 \times V_9$ ,  $V_8, V_9$  – ті самі, що і в (6), 2D – відповідна 2V система даних адміністративно-територіально-го поділу України;

$3V = V_8 \times V_{10}$ ,  $V_8, V_{10}$  – ті самі, що

і в (6), 3D – відповідна 3V система даних кадастрової індексної карти України;

$4V = V_8 \times V_{11}, V_8, V_{11}$  – ті самі, що і в (6), 4D – відповідна 4V система даних аерофотокарти України.

Структурована система даних SD (9) є ЗСМ БК, побудованою з врахуванням класифікатора топокарт 1998 р. Для отримання ЗСМ хороплетної карти, бази SD розширено групами  $b4_k, k = 1, \dots, >1$ , за допомогою яких в інтегровану систему шарів і підсистем БК додаються тематичні властивості (карти і шари)  $a(11+l)_m, l = 1, \dots, >1.1$  (мала буква L) - номер тематичної карти;  $a1 - a11$  задіяні для шарів базової карти,  $m = 1, \dots, >1$  (номер шару  $m$  у тематичній карті номер  $l$ ). Приклади груп у національному атласі України ( $k=6$ ) – так звані тематичні блоки: 1 - Загальна характеристика, 2 - Історія,

3 - Природні умови та природні ресурси, 4 - Населення та людський розвиток, 5 - Економіка, 6 - Екологічний стан природного середовища. Способи побудови структурованих систем залишаються тими ж, що і для БК.

Розглянемо у якості прикладу карту 4035 із ЕЛНАУ2007/2010. У цієї карти два тематичних шара: хороплетний (01) і діаграмний (02). Цифра «4» у кодї карти 4035 значить тематичний блок «Населення та людський розвиток», «035» - порядковий номер карти у блоці. Тоді ЗСМ ChMap4035\_01 для 1-го, хороплетного, шару карти 4035 буде визначатися формулою (10):

$$SD(\text{ChMap}4035\_01) = \{(46\_01V, 46\_01D), SD\}, \text{ де } (10)$$

SD визначається формулою (9), а  $46\_01V = V9 \times V46\_01$ , де V9 – та сама, що і в (6),  $46\_01D$  – відповідна  $46\_01V$  система даних хороплетної карти 4035\_01, а  $V46\_01$  - множина значень змінної  $v46\_01$ , яка є спостереженням  $v46\_01$ , властивості  $a(11+35)\_01$  за допомогою каналу спостереження (11) з наступним абстрагуванням спостереженої змінної  $v46\_01$  за допомогою каналу абстрагування/екземпляризації (12).

Канал спостереження  $O(\text{ChMap}4035\_01) = (\{(A46\_01, V46\_01, o46\_01), (B4\_4, W4\_4, \omega4\_4)\})$ , де  $o46\_01: A46\_01 \rightarrow V46\_01$ ,  $\omega4\_4: B4\_4 \rightarrow W4\_4$ . (11)

Канал абстрагування/екземпляризації  $E(\text{ChMap}4035\_01) = (\{(V46\_01, V46\_01, e46\_01), (W4\_4, W4\_4, \varepsilon4\_4)\})$ , де  $e46\_01: V46\_01 \rightarrow V46\_01$ ,  $\varepsilon4\_4: W4\_4 \rightarrow W4\_4$ . (12)

Зворотні стосовно  $e46\_01$  і  $\varepsilon4\_4$  функції задають абстрагування відповідно  $v46\_01$  і  $w4\_4$ :  $e46\_01^{-1}: V46\_01 \rightarrow V46\_01$ ,  $\varepsilon4\_4^{-1}: W4\_4 \rightarrow W4\_4$ .

Скориставшись ІСш АБК Веб 2.0, отримаємо Рис. 11. Ат(І)Сш позначає розширення АтІСш або АтСш, оскільки ми розрізняємо ЕА і АтІС,  $\text{АтС} = \text{ЕА} \cup \text{АтІС}$ . Використано «конструктивну» системологію Дж. Кліра [7] і в якості практичного прикладу - Електронну версію національного атласу України (ЕЛНАУ2000/2007). Останній показано двома продуктами:  $\omega\text{Ат(І)С}$  і  $\alpha\text{Ат(І)С}$ . Вони означають не що інше, як операційний і аплікаційний продукти ЕЛНАУ. Перший бачить кінцевий користувач на DVD. Другий продукт призначений для розробників. Про це можливо почитати більше у монографії [8].

## Висновки

Виконана у цій статті формалізація є наступною дією після концептуалізації, що була виконана у першій статті 2024 р. актуальної на сьогодні серії статей про концептуальні каркаси. Формалізація важлива з наступних причин:

1. Використання формальної моделі карти карто-каркаса МакКінні-Шнайдера разом з роботами по аналітичній картографії доводять наявність модельної картографії. Вона може бути парадигмою картографії. Модельна картографія є компонентом концептуального каркаса і може бути першою з двох складових системної картографії.

2. Підхід концепцій стабільності програмного забезпечення можливо описати з допомогою концептуальних каркасів.

3. Універсальний вирішувач системних проблем Дж. Кліра відповідає концептуальному каркасу.

4. Дозволяє іншим науковцям без нашого досвіду перевірити або повто-

рити наші умовиводи щодо створення АтС і ГІС.

5. Відкриває нові можливості для досліджень у картографії: як теоретичні, так і практичні.

---

### Список літератури

1. Chabaniuk V., Dyshlyk O. Update of the Atlas Systems Conceptual Framework [Text] / Chabaniuk V., Dyshlyk O. // *Land management, cadastre and land monitoring*. – 2024. – Issue 2 – P. 158–177. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.02.013>
2. Alexander Christopher. The Timeless Way Of Building [Text] / Alexander C. // NY. Oxford University Press. – 1979. - 552 p.
3. Iivari J., Falkenberg E. D., Lindgreen P., Eds. Information System Concepts: An In-depth Analysis. [Text] / Iivari J., Falkenberg E. D., Lindgreen P., Eds. // North-Holland – 1989. – P. 323-352.
4. Bergheim G., et al. A Taxonomy of Concepts for the Science of Information Systems [Text] / Bergheim G., Sandersen E., Solvberg A., Falkenberg E. D., Lindgreen P., Eds. // North-Holland, - 1989.- P. 269-323. DOI:10.1080/07421222.2003.11045768
5. McKenney Mark, Schneider, Markus. Map Framework. A Formal Model of Maps as a Fundamental Data Type in Information Systems [Text] / McKenney M., Schneider M. // Springer - 2016. – XI – P. 140.
6. Fayad Mohamed, Sanchez Huascar A., Hegde Srikanth G.K., Basia Anshu, Vakil Ashka. Software Patterns, Knowledge Maps, and Domain Analysis [Text]. / Fayad M, Sanchez H. A., Hegde Srikanth G.K., Basia A., Vakil A. // CRC Press (Auerbach). – 2015. - P. 422.
7. Klir G. J., Elias Doug. Architecture of Systems Problem Solving [Text]. / Klir G., Elias D. // Springer. – 2003. - 2nd Ed. – P. 349.
8. Чабанюк Віктор. Реляційна картографія: Теорія та практика [Текст]. / Чабанюк В. // Інститут географії НАН України. - 2018. – С. 525.
9. Mylopoulos John, Borgida Alex, Jarke Matthias, Koubarakis Manolis. Telos: Representing Knowledge About Information Systems [Text]. / Mylopoulos J., Borgida A., Jarke M., Koubarakis M. // ACM Transactions On Information Systems. – 1990. - Vol. 8, No. 4 - P. 325-362. DOI:10.1145/102675.102676
10. Olive Antoni. Conceptual Modeling of Information Systems [Text]. / Olive A. // Springer. - 2007. – P. 471. DOI:10.1007/978-3-540-39390-0
11. Chabaniuk V. Atlas Solutions Framework as a method of the renewed Model-cognitive conception of cartography [Text]. / Chabaniuk V. // *Ukrainian Geographic Journal*. – 2021. - No. 3(115) – P. 31-40. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.03.029>
12. Чабанюк, В., та ін. Головні концептуальні положення створення електронного державного реєстру нерухомої культурної спадщини України. Частина 1. [Текст]. / Чабанюк В., Дишлик О., Поливач К., Піоро В., Колімасов І., Нечипоренко Ю. // *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель* – 2022. - № 2 -С. 133-154. DOI:10.31548/zemleustriy2022.02.11

---

### References

1. Chabaniuk, V., Dyshlyk, O. (2024). Update Of The Atlas Systems Conceptual Framework. *Land management, cadastre and land monitoring*, 2, 158–177. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.02.013>
2. Alexander, Christopher. (1979). The Timeless Way Of Building. NY. Oxford University Press., 552.
3. Iivari, J., Falkenberg, E. D., Lindgreen, P., Eds. (1989). Information System Concepts: An In-depth Analysis. North-Holland., 323-352.
4. Bergheim, Geir, Sandersen, Erik, Solvberg,

- Arne. (1989). A Taxonomy of Concepts for the Science of Information Systems. North-Holland, 269-323. DOI:10.1080/07421222.2003.11045768
5. McKenney, Mark, Schneider, Markus. (2016). Map Framework: A Formal Model of Maps as a Fundamental Data Type in Information Systems. Springer, XI, 140.
6. Fayad, Mohamed, Sanchez, Huascar A., Hegde Srikanth, G.K., Basia, Anshu, Vakil, Ashka. (2015). Software Patterns, Knowledge Maps, and Domain Analysis. CRC Press (Auerbach), 422.
7. Klir, G. J., Elias, D. (2003). Architecture of Systems Problem Solving. Springer. 2nd Ed., 349.
8. Chabaniuk, Viktor. (2018). Reliatsiina kartohrafiia: Teoriia ta praktyka [Relational cartography: Theory and practice]. Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine., 525. (In Ukrainian)
9. Mylopoulos, John, Borgida, Alex, Jarke, Matthias, Koubarakis, Manolis. (1990). Telos: Representing Knowledge About Information Systems. ACM Transactions On Information Systems, Vol. 8, No. 4, 325-362. DOI:10.1145/102675.102676
10. Olive, Antoni. (2007). Conceptual Modeling of Information Systems. Springer, 455. DOI:10.1007/978-3-540-39390-0
11. Chabaniuk, V. (2021). Atlas Solutions Framework as a method of the renewed Model-cognitive conception of cartography. *Ukrainian Geographic Journal*, No. 3(115), 31-40. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.03.029>
12. Chabaniuk, V., Dyshlyk, O., Polyvach, K., Pioro, V., Kolimasov, I., Nechyporenko, J. (2022). Golovni kontseptualni polozhennya stvorenniya yelektronnoho derzhavnogo reestru nerukhomoї kulturnoї spadshchini Ukraїni. Chastina 1. [Main Conceptual Provisions of the Creation of an Electronic State Register of Immovable Cultural Heritage of Ukraine. Part 1.] *Land management, cadastre and land monitoring*, No. 2, 133–154. (Ukrainian, English) DOI:10.31548/zemleustriy2022.02.11

---

**Chabaniuk V., Dyshlyk O.**

**FORMALIZATION OF THE CONCEPTUAL FRAMEWORK OF SPATIAL SYSTEMS**

**LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 64-88.**

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.06>

**Abstract.** *The work formalizes the phenomenon of Conceptual Frameworks of Spatial Systems. It preceded by the conceptualization of the same phenomenon, but for a narrower class of classic Atlas Systems. Formalization needs for several reasons. The first is the use of Conceptual Frameworks in the creation of System Cartography and, in particular, Model-Based Cartography as a new system paradigm of cartography and as a specialization of Model-Based Engineering. The second is the simplification of implementation, since formalized constructions are easier to implement by informatics means. The third is the possibility of using inductive inferences by researchers with experience different from ours.*

*This article first describes the formalized constructions of levels and strata of the Spatial Systems Conceptual Framework. At the same time, for the formalization of the concept of strata, the concept used even more widely than Spatial Systems. This is the so-called Science of information systems, which is of great importance for understanding the essence of both research and design of system subjects X. After that, practically applicable constructions of the Atlas or Spatial Systems Conceptual Framework strata obtained by analogy.*



*The indicated three reasons are satisfied by considering the Conceptual Framework formalizations relevant today from the viewpoints of three disciplines: 1) cartography, 2) informatics, 3) systemology. In cartography are drawn analogies that are important for modern practice - with the formal map model of McKenney-Schneider's Map Framework in the monograph of 2016. In computer science – with the software stability concepts in the monograph of 2015. In systemology – with Klir's Universal System Problem Solver, which is relevant even in our time. At the end, opinions are expressed regarding the applicability of the Conceptual Framework of subjects X to the classification of Systems of spatial activity such as Cartography in general or System Cartography in particular.*

**Keywords:** *Conceptual Framework of Atlas or Spatial Systems (AtS/SpS) in the broader sense (AtSb/SpSb), Infrastructure of AtS/AtSb (SpS/SpSb), formalization of the AtSb/SpSb Conceptual Framework.*

---

---

# GEOSPATIAL TECHNOLOGIES IN POST-WAR RECONSTRUCTION: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN UKRAINE

---

**V. NAZARENKO,**

*Associate Professor at computer systems,  
networks and cybersecurity department*

*E-mail: volodnz@nubip.edu.ua*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**A. MARTYN,**

*Corresponding Member of NAAS of Ukraine, Doctor of Economics, Professor*

*E-mail: martyn@nubip.edu.ua*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Abstract.** *Ukraine's post-war reconstruction requires effective strategies to transform war-torn areas into resilient, smart cities, with geospatial technologies playing a pivotal role. Several key scientific methods were employed for the study, including data extraction and analyses, system modeling, and complexity decomposition. This study explores the challenges and innovations in applying geospatial technologies to Ukraine's reconstruction efforts. It examines data accuracy and availability, and the integration of ecological and urban planning within GIS frameworks. Key challenges identified include data inaccuracy, technological limitations, and a shortage of skilled professionals. Innovations such as the development of the GIS for Regional Development and integration with the Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management (DREAM) aim to address these issues. A sustainable economic reconstruction model is presented, emphasizing geospatial data integration. Enhancing legislation on geospatial data infrastructure and implementing capacity-building initiatives are essential. Effective integration of advanced geospatial technologies and improved legislation will enable Ukraine to meet reconstruction demands, fostering sustainable urban environments and serving as a model for other nations.*

**Keywords:** *urban renovation, GIS, restoration economy, sustainable development, innovation technology, urban economics.*

---

## Introduction

The reconstruction of cities and lands devastated by war presents a critical and multifaceted challenge for any nation. Ukraine, currently enduring a

full-scale conflict, has witnessed extensive destruction, impacting numerous cities, villages, and essential infrastructure such as bridges. This war has not only caused significant physical damage but has also led to severe ecological

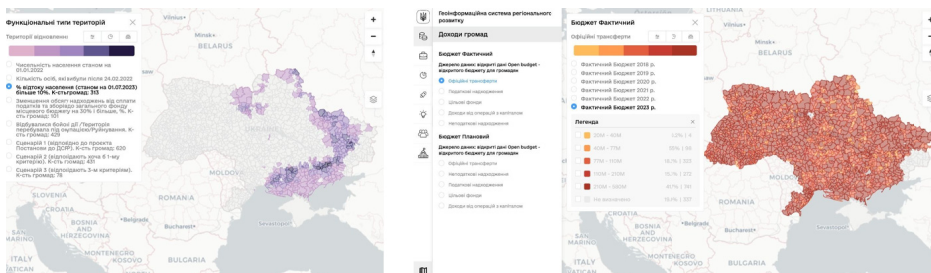
consequences. As part of Ukraine's digital restoration and development toolkit, an essential phase of implementing GIS will be its integration with the Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management (DREAM). DREAM aims to digitize the entire reconstruction process, making it fully public, transparent, and more efficient. It provides a unique mechanism for collecting systematic information about reconstruction projects at all implementation stages and ensures transparent and accountable use of reconstruction funds.

By integrating modern digital solutions, such as GIS and DREAM, Ukraine aims to ensure transparency and accountability throughout the reconstruction process, making it an exemplar of efficient and effective post-war recovery. This article explores the multifaceted role of geospatial technologies in the post-war reconstruction of Ukraine, focusing on the challenges and innovations essential for transforming war-torn areas into smart cities. It examines the current state of geospatial data accuracy and availability, the integration of ecological and urban planning within GIS frameworks, and the technological advancements required to overcome existing limitations. Furthermore, it discusses capacity-building strategies

to enhance local expertise in geospatial technologies, ensuring that reconstruction efforts are informed, effective, and sustainable.

The Ministry of Community Development, Territories, and Infrastructure of Ukraine has started developing the GIS for Regional Development (Fig. 1), which will serve as a single geoinformation system to monitor every stage of development and restoration of Ukraine's regions and communities. The GIS system, administered by the Agency for Restoration and owned by the Ministry, will identify common community problems, assess the effectiveness of local and regional recovery plans, evaluate the social and economic situation in each community, and monitor the development and recovery stages of Ukraine's regions and communities.

The GIS system will feature functionalities for collecting and processing data on socio-economic development indicators of communities and territories, monitoring regional development and recovery status at the local level based on these indicators, and providing geo-analytics and data visualization for decision-making by communities, regions, and the state. The system is set to be operational in a test environment by the end of the year, with funding for its



**Fig. 1. Web interface of the GIS for Regional Development presented by the Ministry of Infrastructure of Ukraine on March 14, 2024 (prepared by: Martyn A. based on [1])**

development provided by international technical assistance.

### ***Analysis of recent researches and publications***

The destruction of the Kakhovka Dam, for instance, has profoundly affected the southern Ukrainian ecosystem, while the Black Sea has suffered from pollution due to military activities. Furthermore, the conflict has displaced approximately 2 million people, forcing them to seek refuge in other countries [1-4]. These factors underscore the urgent need for a comprehensive and integrated post-war reconstruction plan that addresses both urban renewal and ecological restoration [5-7].

In this context, geospatial technologies, including Geographic Information Systems (GIS) and advanced cartographic methods, emerge as pivotal tools for planning and implementing effective post-war reconstruction strategies [8-10]. These technologies offer comprehensive solutions for assessing damage, planning redevelopment, and ensuring sustainable growth, thereby playing a crucial role in transforming devastated areas into modern, resilient, and smart cities [11-12].

**Purpose.** By highlighting the critical role of geospatial technologies in post-war reconstruction and detailing the framework established by the Ukrainian government, this article aims to contribute to developing resilient, smart, and sustainable urban environments in Ukraine.

### ***Methods and research data***

In line with this need, the Ukrainian government has created a unified geoinformation system for monitoring and

evaluating the development of regions and territorial communities, as approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine on May 23, 2023 (Resolution No. 522). This system, known as the GIS for Regional Development, is designed to provide analytical processing of information to support decision-making in the restoration and development of regions and communities and to monitor and evaluate the implementation of these processes.

Creating a Geographical Information System (GIS) for use in wartime and post-war reconstruction presents a multitude of challenges. These challenges stem from the unique and often severe conditions created by conflict, including infrastructure destruction, displacement of populations, and the complex logistics of coordinating reconstruction efforts. Below, we delve into some of the most significant problems encountered in developing and implementing GIS under these circumstances (Table 1).

### ***Results***

In the context of post-war reconstruction, the requirements for GIS extend far beyond those of peacetime topographic maps. The unique and complex challenges presented by a war-torn environment necessitate the inclusion of new and atypical data sets to effectively support recovery and redevelopment efforts. These data sets must capture a wide range of factors, from infrastructure damage to environmental degradation and socio-economic impacts, providing a comprehensive foundation for informed decision-making (Table 2 and 3).

Post-war reconstruction necessitates that the GIS industry accumulates and collects new types of data with corresponding accuracy and represents these data within cadastral systems and re-

**1. Key problems faced in creating and implementing a GIS during wartime and post-war reconstruction and the potential solutions for overcoming these challenges\***

<b>Problem</b>	<b>Description</b>	<b>Solution</b>
<b>Data Accuracy and Availability</b>	Destruction of data collection systems, restricted access to areas, and outdated/incomplete datasets.	Use drones and satellite imagery for real-time data collection; leverage crowd-sourced data and remote sensing.
<b>Integration of Ecological and Urban Planning</b>	Need for advanced GIS capabilities to balance urban redevelopment with ecological conservation.	Develop multi-layered GIS maps integrating urban and environmental data; involve environmental experts in planning.
<b>Technological Limitations</b>	Current GIS tools may not fully address the specific requirements of war-damaged environments.	Invest in advanced GIS technology tailored to post-war needs; incorporate high-resolution mapping and real-time data integration.
<b>Capacity Building and Skilled Workforce</b>	Disruption of educational and training programs leading to a shortage of qualified professionals.	Implement targeted training programs; establish partnerships with universities and international organizations for capacity building.
<b>Coordination and Data Sharing</b>	Difficulty in establishing a unified GIS platform for multiple stakeholders with varying data formats/standards.	Develop standardized data formats and protocols; create centralized GIS platforms for shared access and collaboration.
<b>Security and Data Protection</b>	Need for robust cybersecurity measures to protect sensitive information from unauthorized access.	Implement strong cybersecurity measures; ensure compliance with data protection regulations; use encryption and secure access controls.
<b>Funding and Resource Allocation</b>	Challenges in securing sufficient financial resources and managing international aid and technical assistance.	Secure international aid and technical assistance; ensure transparency and accountability in the use of funds.
<b>Environmental Monitoring and Assessment</b>	Requirement for sophisticated GIS tools to monitor and manage ecological damage in post-war environments.	Use advanced remote sensing technologies; establish continuous environmental monitoring systems integrated with GIS.
<b>Public Engagement and Transparency</b>	Ensuring GIS platforms are user-friendly and transparent to foster public trust and support.	Develop user-friendly GIS interfaces; ensure open access to relevant data; engage the public through transparent communication strategies.

\* prepared based on the research data [1-11]

covery GIS frameworks. The unique challenges of conflict-affected environments require detailed damage assessment data, including building and infrastructure damage, hazard mapping of minefields and unexploded ordnance, and environmental degradation. Accurate socio-economic impact data, health and epidemiological information, and continuous environmental monitoring are also essential. These data sets provide a comprehensive understanding of the multifaceted impacts of war and are

crucial for effective planning and execution of reconstruction strategies.

To effectively utilize GIS in its post-war recovery efforts, Ukraine must enhance its national legislation concerning geospatial data infrastructure. This enhancement should mandate the collection and accumulation of new datasets and implement innovative approaches to public accessibility, all while considering the challenges posed by wartime conditions and cybersecurity concerns. Strengthening the legal framework will

**2. New GIS Data Sets for Post-War Reconstruction GIS: Beyond Peacetime Topographic Maps \***

Data Set Category	Description	Responsible Authorities	Scale of Maps
<b>Damage Assessment Data</b>	Building Damage: Categorizing buildings by their level of damage (e.g., minor, major, destroyed) and identifying those requiring demolition or repair. Infrastructure Damage: Mapping the extent of damage to roads, bridges, utilities, and other critical infrastructure. Environmental Damage: Documenting areas affected by pollution, deforestation, or other ecological impacts resulting from the conflict.	Ministry of Infrastructure, Local Governments, State Environmental Inspection	1:1,000 to 1:10,000
<b>Hazard Mapping and Minefields</b>	Minefields: Detailed maps of known and suspected minefield locations, including types of mines and clearance status. UXO Locations: Information on the locations of unexploded ordnance, including the types and estimated quantities.	Ministry of Defense, Mine Action Operators, Local Authorities	1:2,500 to 1:10,000
<b>Refugee and Displacement Data</b>	IDP Camps and Refugee Settlements: Locations, capacities, and conditions of temporary settlements. Population Movement: Patterns of population displacement and return, including origin and destination points.	Ministry of Social Policy, UNHCR, Local Governments	1:10,000 to 1:50,000
<b>Environmental Monitoring Data</b>	Pollution Levels: Data on air, water, and soil pollution levels, including sources and affected areas. Natural Resource Depletion: Information on the status of natural resources such as forests, water bodies, and wildlife.	Ministry of Environment, State Environmental Inspection	1:5,000 to 1:50,000
<b>Cultural Heritage and Preservation</b>	Cultural Heritage Sites: Locations and conditions of cultural heritage sites, including those damaged or at risk. Preservation Efforts: Information on efforts to protect and restore cultural heritage.	Ministry of Culture, UNESCO, Local Heritage Organizations	1:1,000 to 1:50,000

\* prepared based on the Martyn A. research data and public available materials

ensure that GIS technologies can support transparent, accountable, and efficient reconstruction efforts, while also addressing the security issues inherent in such a volatile context.

Figure 2 illustrates a generalized sustainable economic reconstruction model, which integrates settlements and population, nature, and land (top diagram), alongside a sample smart-city application layer service model (bot-

tom diagram). In the future, smart-city application services will be integral to sustainable reconstruction as part of a framework that leverages technology to create resilient and efficient urban systems. This system can be employed during and after recovery from disruptions such as natural disasters, economic shifts, or infrastructure degradation, thereby enhancing the overall resilience and efficiency of urban environments.



### 3. New Socio-Economic Data Sets for Post-War Reconstruction GIS: Beyond Peacetime Topographic Maps\*

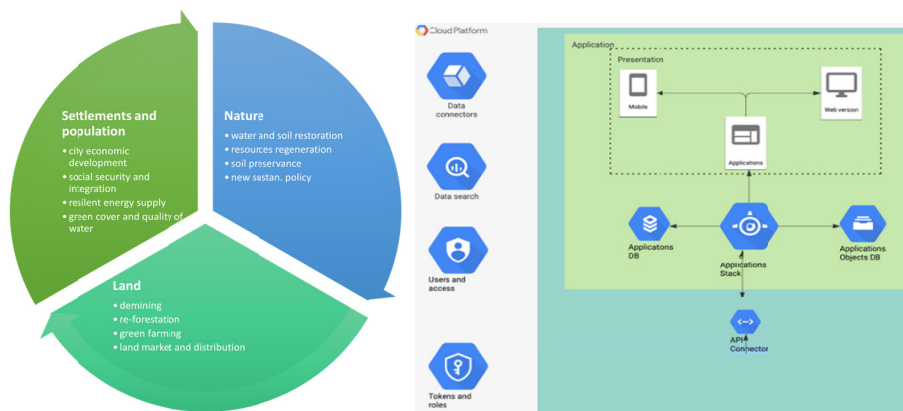
Data Set Category	Description	Responsible Authorities	Scale of Maps
<b>Socio-Economic Impact Data</b>	Employment and Income Levels: Information on employment rates, income levels, and economic activities in affected areas. Public Services Availability: Status of essential services like healthcare, education, and social services. Housing Needs: Data on housing availability, conditions, and needs.	Ministry of Economy, Local Governments, Statistical Agencies	1:10,000 to 1:50,000
<b>Health and Epidemiological Data</b>	Health Facilities: Locations and operational status of hospitals, clinics, and other health facilities. Disease Outbreaks: Information on the incidence and spread of diseases, including any outbreaks related to the conflict.	Ministry of Health, WHO, Local Health Departments	1:5,000 to 1:50,000
<b>Environmental Monitoring Data</b>	Pollution Levels: Data on air, water, and soil pollution levels, including sources and affected areas. Natural Resource Depletion: Information on the status of natural resources such as forests, water bodies, and wildlife.	Ministry of Environment, State Environmental Inspection	1:5,000 to 1:50,000
<b>Reconstruction Progress Tracking</b>	Project Status: Information on the status of reconstruction projects, including timelines, budgets, and responsible entities. Resource Allocation: Details on the allocation and expenditure of funds for reconstruction activities.	Ministry of Infrastructure, Local Governments, International Donors	1:1,000 to 1:50,000
<b>Community Engagement and Feedback</b>	Community Surveys: Data from surveys and consultations with local communities regarding their needs and priorities. Public Feedback: Mechanisms for collecting and mapping feedback from the public on reconstruction efforts and outcomes.	Local Governments, NGOs, Community Organizations	1:10,000 to 1:50,000
<b>Legal and Land Ownership Data</b>	Land Ownership Records: Up-to-date information on land ownership, including any changes resulting from the conflict. Legal Disputes: Data on ongoing legal disputes over land and property.	Ministry of Justice, StateGeoCadastre, Local Governments	1:1,000 to 1:10,000

\* prepared based on the Volodymyr N. research data and public available materials

### *Discussion*

The recommendations presented in this article can serve as valuable guidance for the National Geospatial Data Infrastructure Council, relevant ministries, and agencies of Ukraine. By adopting these recommendations, Ukraine can develop resilient, smart, and sustainable urban environments, contributing to long-term recovery, stability, and prosperity. The effective integration of advanced geospatial

technologies and improved legislative measures will enable Ukraine to meet the complex demands of post-war reconstruction and serve as a model for other nations facing similar challenges. The presented model focuses on integrating and managing digital services across key urban domains—such as land development, transportation cover network, natural resources management and support economic growth (revitalization). Using GIS-centered smart city service can assist with enhancing



**Fig. 2. Generalized sustainable economic reconstruction model (top) and sample smart-city application layer service model (bottom) (prepared by V.N. and A.M.)**

sustainability, resource efficiency, and general population well-being. In future we plan to collect and group relevant spatial, economic and social data to create a real-time analytics web-service to support decision-making and response strategies for urban governance in areas of sustainable reconstruction..

### References

1. A unified geo-information system for monitoring and evaluating the development of regions and territorial communities. – 2024. – Available at: <http://gisrr.mtu.gov.ua>. (date of inquiry: 03.09.2014).
2. Koshel, A., Kempa, O., Bavrovska, N., Kolhanova, I., Pashynska, N., Kustovska, O., & Temna, Y. (2024). Scientific approaches to the formation of geo-information support for the management of regional development and post-war restoration of territorial communities in Ukraine. *Economic science for rural development 2024*, 191. <https://doi.org/10.22616/ESRD.2024.58.019>.
3. Novakovska, I., & Bavrovska, N. (2023). Transformation of land and cadastral accounting of the quantity and quality of land in Ukraine in the conditions of post-war recovery. *Land management, cadastre and land monitoring*, 2, 51-63. <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.02.05>.
4. Cifuentes-Faura, J. (2023). Ukraine's post-war reconstruction: Building smart cities and governments through a sustainability-based reconstruction plan. *Journal of Cleaner Production*, 419, 138323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138323>.
5. Makdisi S., Soto R. Economic agenda for post-conflict reconstruction. In: *The Aftermath of the Arab Uprisings*. London: Routledge, 2023. p. 23–53. <https://doi.org/10.4324/9781003344414-3>.
6. United Nations Development Programme (2023). *Sustainable Reconstruction: A Framework for Inclusive Planning and Financing to Support Green Transition in the Arab States Region*. Available at: <https://www.undp.org/arab-states/publications/sustainable-reconstruction-framework-inclusive-planning-and-financing-support-green-transition-arab-states-region>. (date of inquiry: 12.09.2014).
7. Chen, J., Pellegrini, P., Yang, Z., & Wang, H. Strategies for Sustainable Urban Renewal: Community-Scale GIS-Based Analysis for Densification Decision Making. *Sustain-*

- ability, 2023, vol. 15(10), 7901. <https://doi.org/10.3390/su15107901>.
8. Baarimah, A. O., Alaloul, W. S., Liew, M. S., Kartika, W., Al-Sharafi, M. A., Musarat, M. A., ... & Qureshi, A. H. (2021). A bibliometric analysis and review of building information modelling for post-disaster reconstruction. *Sustainability*, 14(1), 393. <https://doi.org/10.3390/su14010393>.
  9. Yakymchuk, A., Byrkovych, T., & Kuzmych, S. (2023, October). Monitoring, assessment and administration of war consequences and post-war reconstruction: remote sensing and GIS economical approaches. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023» (Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510056>.
  10. Gyawali, S., Tiwari, S. R., Bajracharya, S. B., & Skotte, H. N. (2020). Promoting sustainable livelihoods: An approach to postdisaster reconstruction. *Sustainable Development*, 28(4), 626-633. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2006.00370.x>.
  11. Assem, A., Abdelmohsen, S., & Ezzeldin, M. (2019). Smart management of the reconstruction process of post-conflict cities. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 14(2), 325-343. <https://doi.org/10.1108/ARCH-04-2019-0099>.
  12. Belal, A., & Shcherbina, E. (2018, June). Smart-technology in city planning of post-war cities. In IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*. Vol. 365, №2, p. 22043. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022043>.

---

**Назаренко В. А., Мартин А. Г.**  
**ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЇ В УКРАЇНІ**

*ЗЕМЛЕУСТРІЙ, КАДАСТР І МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ* 3'24: 89-96

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.07>

**Анотація.** Післявоєнна відбудова України вимагає ефективних стратегій перетворення зруйнованих війною районів на сучасні розумні міста, де геопросторові технології відіграють ключову роль. Для дослідження було використано кілька ключових наукових методів, включаючи збір та аналіз даних, моделювання систем та врахування їх складності. Це дослідження аналізує виклики та інновації у застосуванні геопросторових технологій для процесів, пов'язаних з відбудовою України. У ньому розглядається, аналізується точність та доступність даних, інтеграція екологічного та міського планування в рамках ГІС. Серед виявлених авторами ключових проблем слід зазначити: – мала або повна неточність даних, технологічні обмеження та нестача кваліфікованих фахівців. Такі інновації, як розробка ГІС для регіонального розвитку та інтеграція з Екосистемою цифрового відновлення для підзвітного управління (DREAM), спрямовані на вирішення цих питань. Представлено модель сталої економічної реконструкції, яка акцентує увагу на інтеграції геопросторових даних. Важливим є вдосконалення існуючого законодавства про інфраструктуру геопросторових даних та впровадження ініціатив з розбудови потенціалу. Ефективна інтеграція передових геопросторових технологій та вдосконаленого законодавства дозволить Україні знаходити шляхи для швидкої відбудови, сприяючи сталому міському середовищу та слугуючи прикладом для інших країн.

**Ключові слова:** повоєнне відновлення міст, ГІС, відновлювальна економіка, сталий розвиток, інноваційні технології, сучасні цифрові рішення, міська економіка.

# ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНЕ І КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

УДК 528:528.4"364"(477) <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.08>

## ЗЕМЛЕВПОРЯДНА ТА ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНА ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ: ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ВИКЛИКИ

**А. Г. МАРТИН,**

*доктор економічних наук, професор*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Email: martyn@nubip.edu.ua*

*ORCID: 0000-0002-6905-2445*

**Н. М. БАВРОВСЬКА,**

*кандидат економічних наук, доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Email: bavrovska\_n@nubip.edu.ua*

*ORCID: 0000-0002-2343-3007*

**Анотація.** Дана стаття присвячена сучасному стану землевпорядної та топографо-геодезичної галузей в Україні, зокрема в контексті впливу пандемії COVID-19 та російської збройної агресії. Автори підкреслюють критичну роль цих галузей у забезпеченні прав на землю та нерухомість, просторовому плануванні, управлінні земельними ресурсами, забезпеченні техногенної та екологічної безпеки. Стаття розглядає основні трансформації, виклики та можливості для професійної діяльності інженерів-землевпорядників і геодезистів у воєнний час, а також їхню роль у післявоєнній відбудові країни. Зокрема, здійснено детальний аналіз динаміки сертифікації інженерів-землевпорядників та геодезистів за період 2013–2024 років, що дає змогу оцінити стан галузі, враховуючи як економічні, так і соціальні виклики. Збільшення чи зменшення кількості нових сертифікованих фахівців дозволяє визначити активність ринку праці, а також вплив кризових факторів на роботу галузі. У дослідженні також розглянуто регіональні особливості працевлаштування фахівців, аналізуючи динаміку у фронтних, деокупованих, тилкових та опорних регіонах. У статті підкреслено значну роль гендерного балансу в інженерних професіях, зокрема виявлено, що зростає доступ жінок до технічних спеціальностей, які раніше вважалися переважно чоловічими. Аналіз гендерного співвідношення показує прогрес у забез-

*печенні рівних можливостей для представників обох статей у землевпорядній та топографо-геодезичній сферах. Основні висновки дослідження свідчать про те, що землевпорядна та топографо-геодезична галузі потребують інтеграції новітніх технологій, таких як геоінформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі для підвищення ефективності їхньої роботи в умовах війни та післявоєнного відновлення. Використання безпілотних літальних апаратів для збору геоданих у небезпечних регіонах та адаптація освітніх програм для підготовки нових фахівців з урахуванням нових реалій є ключовими напрямками розвитку галузі. Стаття є важливим внеском у розуміння сучасних викликів і можливостей для землевпорядної та топографо-геодезичної галузей в умовах війни, надаючи наукові та практичні рекомендації для стратегічного розвитку.*

**Ключові слова:** *землевпорядна галузь, топографо-геодезична галузь, сертифіковані інженери, геоінформаційні системи (ГІС), дистанційне зондування, воєнний час, післявоєнна відбудова, гендерний баланс, ринок праці, просторове планування.*

---

### **Постановка проблеми**

Топографо-геодезична та землевпорядна галузі в Україні відіграють ключову роль у гарантуванні прав на землю та іншу нерухомість, забезпеченні функціонування відповідних ринків нерухомості, просторовому плануванні, публічному управлінні, захисті навколишнього середовища, забезпеченні техногенної безпеки тощо. Інженери-землевпорядники та інженери-геодезисти виконують вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні роботи, а також проводять ряд землевпорядних і землеоціночних робіт [1].

Аналіз динаміки кількості сертифікованих інженерів-землевпорядників та інженерів-геодезистів за даними державних реєстрів є важливим для непрямого оцінювання розвитку землевпорядної та топографо-геодезичної галузей. Збільшення або зменшення кількості сертифікованих фахівців свідчить про рівень попиту на ці професії на ринку праці, що вказує на активність галузі, її розширення

та зростання потреби в спеціалістах. Крім того, цей показник дозволяє оцінити вплив різних кризових факторів, таких як пандемія, економічна нестабільність або війна, на роботу галузі. Наприклад, зниження кількості нових сертифікатів може свідчити про уповільнення розвитку або ускладнення процесу сертифікації через зовнішні обставини.

Географічний розподіл сертифікованих фахівців також дає можливість оцінити, які регіони є більш або менш активними в контексті землевпорядних і топографо-геодезичних робіт, що особливо актуально в умовах воєнних дій або міграції населення. Це дозволяє зробити висновки про розвиток інфраструктури та інвестиції в певних регіонах. Крім того, кількість нових сертифікованих фахівців відображає ефективність системи освіти в галузі, що показує, наскільки навчальні програми відповідають сучасним потребам ринку праці. Такий аналіз допомагає зрозуміти, як добре освітні установи адаптуються до змін і готують нових фахівців відповідно до вимог часу.

Загалом, аналіз динаміки кількості сертифікованих інженерів є корисним інструментом для оцінки поточного стану галузі та її перспектив, а також для стратегічного планування майбутніх потреб, освітніх програм і проєктів, спрямованих на відновлення інфраструктури та розвиток земельних ресурсів.

### ***Аналіз останніх досліджень та публікацій***

До повномасштабного російського вторгнення в Україну наукові публікації з питань розвитку землевпорядної та топографо-геодезичної галузей зосереджувалися на вдосконаленні технологій кадастрового обліку, розробці геоінформаційних систем (ГІС) та оптимізації процесів землеустрою. Серед головних питань було впровадження цифрових технологій у процеси планування, використання космічних знімків та аналіз даних для управління територіями [2, 3, 4].

Проте початок війни зумовив значні зміни у фокусі наукових досліджень. Зараз багато науковців акцентують увагу на ролі дистанційного зондування та ГІС для управління територіями, постраждалими від бойових дій, а також для здійснення оцінки завданих збитків. Зокрема, дослідники вивчають можливість використання безпілотних літальних апаратів для збору даних у важкодоступних або небезпечних регіонах [5, 6]. Також багато публікацій акцентують увагу на потребі в адаптації освітніх програм, які повинні готувати фахівців для роботи в умовах постійно мінливих реалій війни та післявоєнної відбудови [7]. В дослідженні науковців [8] була проведена оцінка негативного впливу війни

на землевпорядну та топографо-геодезичну галузь і геоінформаційну інфраструктуру України.

Варто відзначити, що серед сучасних досліджень також зростає інтерес до гендерних питань у технічних професіях. Зокрема, забезпечення рівного доступу жінок до землевпорядної та геодезичної галузей є актуальною темою, яка відображає прагнення до більш інклюзивного та різноманітного професійного середовища [9].

**Метою даного дослідження** є аналіз сучасного стану землевпорядної та топографо-геодезичної галузей України в умовах війни, визначення основних викликів і трансформацій, з якими зіткнулися ці галузі, а також формування стратегічних рекомендацій для подальшого розвитку та адаптації до нових реалій.

### ***Матеріали і методи дослідження***

Дослідження базується на аналізі статистичних даних з Державного реєстру сертифікованих інженерів-землевпорядників і даних Державного реєстру сертифікованих інженерів-геодезистів, що публікуються у формі наборів відкритих даних Держгеокадастром України, зокрема інформації про кількість зареєстрованих сертифікованих інженерів-землевпорядників та геодезистів за період 2013-2024 років. Для оцінки динаміки змін використано методи кількісного аналізу, що дозволяють виявити основні тенденції у галузі. Особлива увага приділена гендерному балансу фахівців, регіональній структурі зайнятості та впливу кризових факторів, таких як пандемія та війна, на функціонування галузей..



### Виклад основного матеріалу

Землевпорядна та топографо-геодезична галузь в останні роки зазнала багато змін, а зокрема професійні землевпорядники стали самостійними і отримали більшу відповідальність за виконання землевпорядних і топографо-геодезичних робіт.

Землевпорядна та топографо-геодезична галузі, що є важливими для розвитку інфраструктури, сільськогосподарства та містобудування, також зазнали серйозних впливів від бойових дій. Водночас пандемія, спричинена COVID-19 та воєнний час внесли корективи, як у підготовці фахівців, так в отриманні кваліфікаційного сертифікату.

Професія інженера-геодезиста і землевпорядника особливо важлива в умовах воєнного стану та післявоєнної відбудови країни. На сьогодні в армійських підрозділах зріс попит на такі види робіт як топографічне й картографічне забезпечення військової справи, особливо потрібні знання з військової топографії, високий

попит на пілотів дронів, на роботи пов'язані із аеророзвідкою та коригуванням вогню за допомогою безпілотних літальних апаратів, потрібно вміти точно визначати координати на місцевості, використовуючи матеріали дистанційного знімання місцевості тощо.

При здійсненні землеустрою топографо-геодезичні та картографічні роботи виконують особи, які отримали кваліфікаційний сертифікат інженера-землевпорядника відповідно до Закону України «Про землеустрій» [10].

Відповідно до статті 66 закону України Про землеустрій – сертифікований інженер-землевпорядник повинен мати вищу освіту за спеціальностями та кваліфікаціями у галузі знань землеустрою, мати стаж роботи за спеціальністю не менше одного року та скласти кваліфікаційний іспит, отримати сертифікат та бути зареєстрованим в Державному реєстрі сертифікованих інженерів-землевпорядників [11].

Джерелом інформації про кількість сертифікованих землевпорядни-

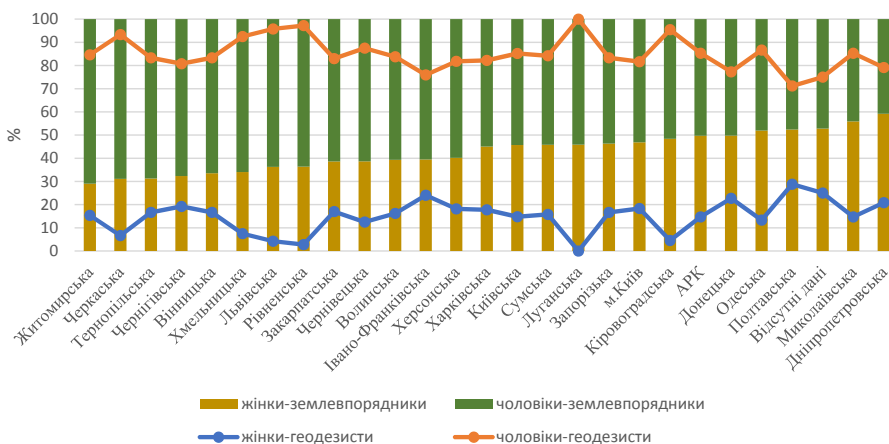


Рис. 1. Гендерний баланс інженерів-землевпорядників та інженерів-геодезистів [13, 14]

ків, геодезистів та оцінювачів земель є відповідні державні реєстри, які є у відкритому доступі на сайті Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру (<https://land.gov.ua>) [13, 14].

За даними реєстру, в Україні зареєстровано 6062 сертифікованих інженерів землевпорядників, які отримали кваліфікаційний сертифікат протягом 2013 - 2024 років, з яких 56,32 % чоловіків та 43,68 % жінок (рис. 1). Найбільше землевпорядників працює в місті Києві, Київській, Львівській, Дніпровській областях. Найменша кількість працює в Херсонській, Луганській, Чернівецькій областях (рис. 3).

Нами приділено особливу увагу дослідженню гендерного балансу інженерів-землевпорядників та інженерів-геодезистів, що відображає співвідношення кількості чоловіків і жінок, зайнятих у цих професіях. Це важливий показник, який дозволяє оцінити рівень гендерної рівності в галузі, а також доступ жінок до технічних професій, що традиційно вважалися більш чоловічими.

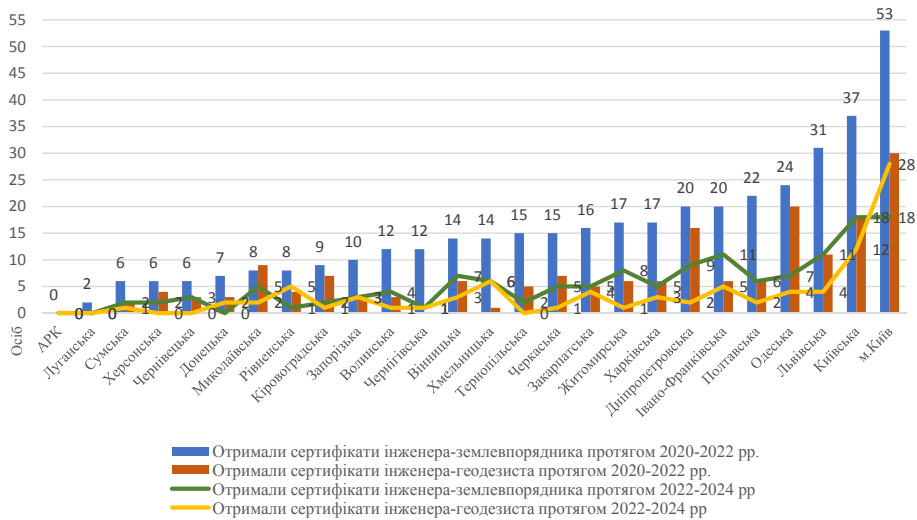
За даними Європейської комісії, криза COVID-19 непропорційно вплинула на жінок і дівчат, відповідно був запропонований новий План дій ЄС із гендерної рівності та розширення прав і можливостей жінок у зовнішній діяльності на 2021–2025 роки. Військові дії в Україні також суттєво вплинули на забезпечення рівності прав і свобод людини. Особливо стали ще більш вразливими права жінок, які є результатом вимушених переселень у інші безпечні регіони чи тимчасового захисту в інших країнах [12].

Аналіз гендерного балансу допомагає виявити, чи є рівні можливо-

сті для представників обох статей у землевпорядній та топографо-геодезичній сферах, що може вказувати на прогрес або наявні проблеми у забезпеченні рівності в доступі до освіти, працевлаштування та кар'єрного розвитку. Рівний гендерний баланс сприяє більшій інклюзивності, різноманітності та продуктивності в робочому середовищі, оскільки жінки та чоловіки можуть привнести різні підходи та ідеї в роботу [13].

Щодо реєстру сертифікованих інженерів-геодезистів, які отримали кваліфікаційний сертифікат протягом 2013 - 2024 років в реєстрі зареєстровано 1735 осіб, з яких 83,98 % чоловіків та 16,02 % жінок (рис. 1). Найбільше інженерів-геодезистів працює в Львівській, Одеській, Дніпровській та Київській областях і в місті Києві. Найменша кількість працює в Луганській, Сумській, Кіровоградській, Херсонській, Чернівецькій, Чернігівській областях (рис. 3).

Як видно коронакриза COVID-2019, локдаун та бойові дії (починаючи з 2014 року) мали вплив на землевпорядну та топографо-геодезичну сфери в Україні, оскільки в 2020-2021 роках отримали сертифікати інженера-землевпорядника 251 особа, 2022-2023 роки – 411 осіб. Найбільше працює в м. Київ, Київській, Львівській, Одеській, Полтавській, Івано-Франківській областях. Ситуація щодо сертифікованих інженерів-землевпорядників така: в 2020-2021 роках отримали сертифікати інженера-геодезиста 183 особи, 2022-2023 роки – 91 особа. Найбільше працює в м. Київ, Київській, Львівській, Дніпропетровській та Одеській областях (рис. 2).



**Рис. 2** Статистика отримання сертифікатів інженерами-землевпорядниками та інженерами-геодезистами протягом 2020-2024 років [13, 14]

Новий етап війни росії проти України вплинув на зміну структури економіки та став причиною цілої низки нових викликів. Зокрема відбулася:

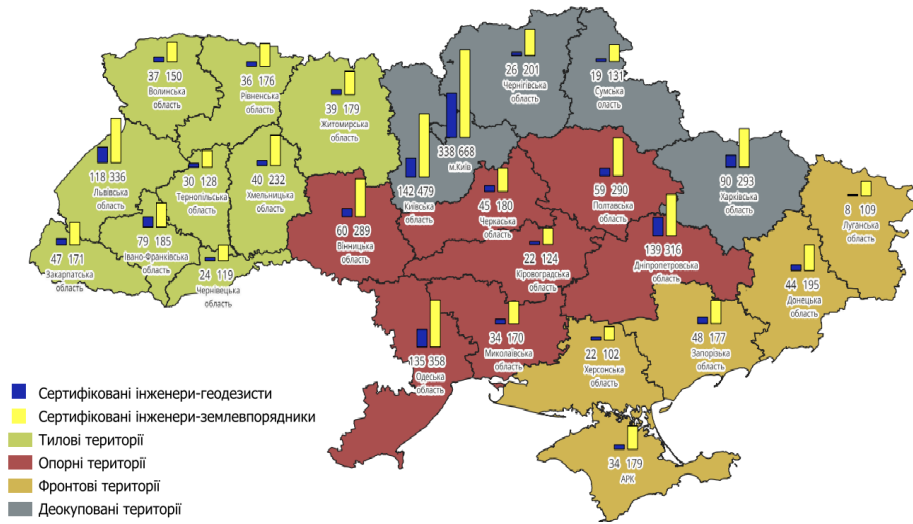
масова міграція трудових ресурсів за кордон та в межах держави в зв'язку з війною,

закриття та релокація бізнесу з територій східної та південної частини України на відносно безпечні території України (центральні та західні області);

відсутність безпеки під час виконання топографо-геодезичних та землепорядних робіт (бойові дії призвели до значних руйнувань інфраструктури на великих територіях України, втрата або пошкодження обладнання, архівів і документації ускладнюють проведення робіт з оцінки та відновлення земельних ресурсів; мінування значних площ, особливо в зоні бойових дій, створило серйозні ризики для безпеки інженерів-землевпорядників та геодезистів).

На думку авторів статті [7] до основних викликів для топографо-геодезичної та землепорядної галузей України в умовах економіки воєнного часу є неможливість виконання робіт (у тому числі раніше законтрактованих) через ризики для особистої безпеки та життя виконавців на тимчасово окупованих територіях, у зонах активних бойових дій, а також через військові обмеження або ризик наявності вибухонебезпечних предметів; тимчасова або безповоротна втрата галуззю висококваліфікованих спеціалістів у зв'язку з їх вимушеним переміщенням всередині країни та за кордон, мобілізацією до лав Збройних Сил, перепрофілюванням у зв'язку з економічною нестабільністю та неможливістю отримувати стабільний заробіток, працюючи за спеціальністю.

На початку 2018 року, відповідно до даних Державної служби України з питань геодезії, картографії та када-



**Рис. 3. Регіональний розподіл кількості зареєстрованих сертифікованих інженерів-землевпорядників та інженерів геодезистів (за даними Держгеокадастру України, 2024)**

стру (Держгеокадастр), на територіях, які пізніше стали прифронтовими або тимчасово окупованими регіонами, залишалось певне число сертифікованих інженерів-землевпорядників і геодезистів: у Донецькій області – 90 осіб, у Луганській – 35, у Херсонській – 49, а в Харківській – 177. Ці регіони вже тоді відчували вплив воєнного конфлікту, що позначилося на працевлаштуванні та міграції фахівців.

З метою детального аналізу, у нашому дослідженні регіони України були умовно розділені на чотири групи: тилові, опорні, фронтіві та деокуповані. Використовуючи дані державних реєстрів Держгеокадастру, було проаналізовано динаміку реєстрації сертифікованих інженерів-землевпорядників та геодезистів у цих регіонах протягом 2020–2024 років. Виявлені тенденції дозволяють зробити важливі висновки щодо структурних змін у землевпорядній

та топографо-геодезичній галузях під впливом війни.

### **Група I – фронтіві та прифронтові області**

Ця група охоплює регіони, де наразі відбуваються активні бойові дії, зокрема Автономну Республіку Крим, Херсонську, Запорізьку, Донецьку та Луганську області. На цих територіях працевлаштовані 762 сертифікованих інженери-землевпорядники та 156 інженерів-геодезистів. За період 2020–2022 років сертифікати інженерів-землевпорядників отримали 25 осіб, а сертифікати інженерів-геодезистів – 10 осіб. Упродовж 2022–2024 років кількість сертифікованих спеціалістів зменшилася: лише 5 нових фахівців отримали сертифікати. Така динаміка вказує на серйозний вплив військових дій на кадровий потенціал галузі в цих регіонах, що зумовлено ризиками для життя та безпеки фахівців.

### ***Група II – деокуповані території***

До цієї групи належать Харківська, Сумська, Чернігівська та Київська області, де відбуваються процеси відновлення після деокупації. Тут працює 1104 сертифікованих інженерів-землевпорядників та 277 інженерів-геодезистів. У 2020–2022 роках сертифікати отримали 72 інженери-землевпорядники та 26 інженерів-геодезистів. Протягом 2022–2024 років сертифікати отримали ще 26 інженерів-землевпорядників і 17 інженерів-геодезистів. Це свідчить про поступове відновлення галузі у звільнених регіонах, проте темпи реєстрації нових спеціалістів залишаються обмеженими через тривалий процес відновлення інфраструктури та безпекові ризики.

### ***Група III – опорні території***

Опорні території включають Черкаську, Полтавську, Дніпропетровську, Миколаївську, Одеську, Кіровоградську та Вінницьку області. Тут працює 1877 сертифікованих інженерів-землевпорядників і 531 інженер-геодезист. У 2020–2022 роках сертифікати отримали 124 інженери-землевпорядники та 74 інженери-геодезисти. Протягом 2022–2024 років кількість нових сертифікованих фахівців зменшилася: лише 45 осіб стали інженерами-землевпорядниками, а 16 – інженерами-геодезистами. Попри відносно стабільну ситуацію, зниження кількості нових спеціалістів вказує на обмежені можливості галузі в контексті поточної війни, зокрема через загальну невизначеність і економічні труднощі.

### ***Група IV – тилові території***

До тилових територій належать Житомирська, Рівненська, Волинська, Львівська, Тернопільська, Чернівецька, Івано-Франківська та Закарпат-

ська області. Тут працює 1526 сертифікованих землевпорядників та 413 геодезистів. Протягом 2020–2022 років сертифікати отримали 127 інженерів-землевпорядників та 41 інженер-геодезист. У 2022–2024 роках сертифікати отримали 47 інженерів-землевпорядників і 28 інженерів-геодезистів. Це свідчить про стабільний розвиток галузі в тилових регіонах, де ризики, пов'язані з військовими діями, є мінімальними, що сприяє активнішому працюванню та сертифікації фахівців.

Аналіз динаміки сертифікації інженерів-землевпорядників і геодезистів у різних регіонах України виявив значні відмінності залежно від ступеня військового впливу. Найбільші труднощі з працюванням і сертифікацією нових фахівців спостерігаються у фронтових і прифронтових областях, що зумовлено як безпековими ризиками, так і руйнуванням інфраструктури. На деокупованих територіях ситуація поступово стабілізується, хоча темпи відновлення залишаються повільними.

Опорні та тилові території демонструють стабільніші показники щодо працювання та сертифікації фахівців, що свідчить про відносну стійкість галузі в цих регіонах. Проте навіть тут спостерігається зниження кількості нових сертифікованих інженерів, що може бути ознакою загального уповільнення економічної активності в країні.

Загалом, відновлення галузі буде залежати від подальшого перебігу військових дій, відновлення інфраструктури та реалізації державних програм підтримки фахівців. Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та геоінформаційні системи, є важливим кро-

ком для ефективного відновлення та розвитку землевпорядної та топографо-геодезичної галузей в Україні.

### **Висновки і перспективи**

Дослідження трансформацій та викликів, з якими стикаються землевпорядна та геодезична галузі України в умовах війни та пандемії, виявило низку важливих аспектів щодо поточного стану та майбутнього розвитку цих професій. Аналіз показав суттєві зміни у професійному середовищі, значний вплив військових дій та необхідність адаптації для забезпечення стійкості галузі у складних умовах. На основі отриманих даних можна зробити такі узагальнені висновки:

1. Топографо-геодезична та землевпорядна галузі відіграють критичну роль у забезпеченні прав на нерухомість, розвитку ринку землі та просторового планування. В умовах війни їхня діяльність набула стратегічного значення, особливо у військовій сфері.

2. Бойові дії значно ускладнюють виконання землевпорядних та топографо-геодезичних робіт через небезпеку мінування, руйнування інфраструктури та втрату документації. Безпека фахівців стала ключовим фактором, що обмежує можливість виконання раніше законтракованих робіт, особливо на окупованих та прифронтових територіях.

3. Пандемія COVID-19 та воєнний час внесли серйозні зміни в підготовку та залучення до професійної діяльності нових фахівців через процедури сертифікації. Зростає потреба в застосуванні технологій дистанційного зондування Землі для забезпечення функціонування кадастрових систем,

здійснення просторового планування та контрольної-наглядової діяльності у сфері природокористування, що вимагає адаптації освітніх програм та підвищення кваліфікації інженерів.

4. Найбільша концентрація сертифікованих інженерів-землевпорядників та інженерів-геодезистів спостерігається в Києві та західних областях, що свідчить про внутрішню міграцію фахівців через бойові дії та релокацію бізнесу. Найменше працевлаштованих інженерів на сході та півдні країни, що пов'язано з високим рівнем небезпеки, зниженням економічної активності та тимчасовою окупацією окремих територій.

5. Відновлення землевпорядної та топографо-геодезичної галузей в Україні має ґрунтуватися на інтеграції сучасних технологій, таких як геоінформаційні системи, дистанційне зондування та активізації топографічного знімання для фіксації завданих війною пошкоджень та руйнувань, просторового планування та військових потреб, а також на подальшій підтримці професійного розвитку фахівців через адаптацію освітніх програм до нових викликів.

---

### **Список літератури**

1. Мартин А.Г., Бавровська Н.М. (2021) Організація топографо-геодезичної діяльності та землевпорядних робіт: навчальний посібник. Київ: ФОП Гуляєва В.М., 2021. 456 с.
2. Третяк А.М., Третяк В.М., Дорош Й.М., Дорош О.С. Професія землевпорядник на ринку праці: стан та проблеми попиту і пропозиції. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018 № 1. с. 94-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2018.01.011>
3. Дорош О.С., Фоменко В.А., Мельник



- Д.М. Ключова роль землеустрою у плануванні розвитку системи землекористувань у межах територіальних громад. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018. № 2. с. 22-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2018.02.022>
4. Бутенко Є., Невоїт Н. Особливості проведення геодезичних робіт із застосуванням БПЛА для потреб землеустрою. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2021. № 1. с. 95-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2021.01.08>
  5. How are Drones Changing Modern Warfare? URL: <https://researchcentre.army.gov.au/library/land-power-forum/how-are-drones-changing-modern-warfare>
  6. Мартин А., Тревого І., Євсюков Т. Модернізація державного контролю (нагляду) за використанням та охороною земель в Україні: перспективи використання інформаційних продуктів дистанційного зондування землі. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2024 випуск II (48). С.111-120.
  7. Макєєва Л., Степаненко Т., Винограденко С., Мокерова Н. Особливості та значення землевпорядної освіти у сучасних умовах. *Вісник науки та освіти*. 2022. DOI: [10.52058/2786-6165-2022-2\(2\)-171-183](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2022-2(2)-171-183)
  8. Мартин А., Тревого І., Євсюков Т. Геодезичне та землевпорядне забезпечення економіки України в умовах воєнного часу та відновлення від наслідків війни. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2023. Вип. 2. С. 21-27
  9. Andrii, M., Liudmyla, H., Yuliia, M., Reznik, N. (2022). Gender Equality in Access to the Profession of Land Surveyor and Geodesist & Land Appraiser in Ukraine: National and Regional Assessment. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 13(2), 13A2S, 1-8. <https://tuengr.com/V13/13A2S.pdf>
  10. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>
  11. Закон України «Про землеустрій» від 22 травня 2003 року № 858-IV URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>.
  12. Гудій В. Гендерна рівність в Україні: що маємо сьогодні. URL: <https://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/genderna-rivnist-v-ukrayini-shcho-maemo-sogodni.html>
  13. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Державної стратегії забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків на період до 2030 року та затвердження операційного плану з її [...]» від 12.08.2022 № 752-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/752-2022-%25D1%2580#Text>
  14. Державний реєстр сертифікованих інженерів-геодезистів/ URL: <https://data.gov.ua/dataset/6130efbe-eceb-4f78-beb6-3152dd3d8c36>
  15. Державний реєстр сертифікованих інженерів-землевпорядників. URL: <https://data.gov.ua/dataset/f5e3730e-0196-452a-8d43-746825e4dfbb>
- 

### References

1. Martyn, A. H., & Bavrovska, N. M. (2021). Organization of Geodetic Activity and Land surveying Works: A Textbook. Kyiv: FOP Hulciaieva V. M., 456 pages.
2. Tretiak, A., Tretiak, V., Dorosh, I., Dorosh, O. (2018) Land manager profession on labor market: condition and problems of request and demand. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2018. 1. 94-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2018.01.011>
3. Dorosh, O., Fomenko, V., & Melnyk, D. (2018). Key role of land management in the planning of the development of territorial

- communities. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2018. 2. 22-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2018.02.022>
4. Butenko, E., & Nevoit, N. (2021). Peculiarities of geodesic works with the use of uavs for the needs of land management. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2021. 1. 95-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2021.01.08>
  5. How are Drones Changing Modern Warfare? URL: <https://researchcentre.army.gov.au/library/land-power-forum/how-are-drones-changing-modern-warfare>
  6. Martyn, A., Trevoho, I., & Yevsiukov, T. (2024). Modernization of State Control (Supervision) over Land Use and Protection in Ukraine: Prospects for Using Remote Sensing Information Products. *Modern Achievements of Geodetic Science and Production*, II(48), 111-120.
  7. Makeeva, L., Stepanenko, T., Vynohradenko, S., & Mokerova, N. Features and significance of land regulation education in modern conditions. *Bulletin of Science and Education* •. 2022. DOI: 10.52058/2786-6165-2022-2(2)-171-183
  8. Martyn, A., Trevoho, I., & Yevsiukov, T. (2023). Geodetic and Land surveying Support of Ukraine's Economy in Wartime and Recovery from War Consequences. *Modern Achievements of Geodetic Science and Production*, (2), 21-27.
  9. Martyn, A., Kharytonova, L., Matviienko, Y., & Reznik, N. (2022). Gender Equality in Access to the Profession of Land Surveyor and Geodesist & Land Appraiser in Ukraine: National and Regional Assessment. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 13(2), 13A2S, 1-8. <https://tuengr.com/V13/13A2S.pdf>
  10. Zakon Ukrainy «Pro topografo-geodezichnu i kartohrafichnu diialnist» [A law of Ukraine is «On Topographic, Geodesic and Cartographic Activity»]. (1995, December 23). Official Web-Portal of the Parliament of Ukraine. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>
  11. Zakon Ukrainy «Pro zemleustrii» [A law of Ukraine is «On Land Management»]. (2003, May 22). Official Web-Portal of the Parliament of Ukraine. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15?lang=en#Text>.
  12. Hudii, V. Henderna rivnist v Ukraini: shcho maiemo sohodni. [Gudiy V. Gender equality in Ukraine: what we have today]. Available at: <https://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/genderna-rivnist-v-ukrayini-shcho-maemo-sogodni.html>
  13. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro skhvalennia Derzhavnoi stratehii zabezpechennia rivnykh prav ta mozhlyvostei zhinok i cholovikiv na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiynoho planu z yii [Cabinet of Ministers of Ukraine Order "On Approval of the State Strategy for Ensuring Equal Rights and Opportunities for Women and Men for the Period up to 2030 and Approval of the Operational Plan for Its Implementation for 2022–2024"] (2022, August 12 ). Official Web-Portal of the Parliament of Ukraine. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/752-2022-%25D1%2580#Text>
  14. State register of certified surveying engineers/ Available at: <https://data.gov.ua/dataset/6130efbe-eceb-4f78-beb6-3152dd3d8c36>
  15. State register of certified engineers-land managers. Available at: <https://data.gov.ua/dataset/f5e3730e-0196-452a-8d43-746825e4dfbb>

**Martyn A., Bavrovska N.**

**LAND SURVEYING AND GEODETIC SECTORS OF UKRAINE DURING WARTIME:  
TRANSFORMATIONS AND CHALLENGES**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 97-108.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.08>

**Abstract.** *The article examines the current state of the land management and geodetic sectors in Ukraine, focusing on their transformation amidst the COVID-19 pandemic and the ongoing Russian military aggression. It highlights the roles and responsibilities of certified land surveyors and geodesists, analyzing shifts in employment, the impact of the war on operational activities, and emerging challenges and demands. Key areas such as military cartography, remote sensing, and the growing demand for UAV (drone) operators are discussed. The article also explores gender dynamics within the profession and provides strategic recommendations for the future development and adaptation of these sectors to post-war realities.*

**Keywords:** *land management, geodetic sector, certified engineers, remote sensing, GIS, military cartography, post-war reconstruction, gender balance, spatial planning.*

---

---

## ФОРМУВАННЯ ЩІЛЬНОЇ ХМАРИ ТОЧОК ТА ЇЇ ОПРАЦЮВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ

---

**Є. В. БУТЕНКО,**

*кандидат економічних наук, доцент*

*E-mail: evg\_cat@ukr.net*

*ORCID ID: 0000-0002-5923-5838*

**О. О. КУЦЕНКО,**

*здобувач третього освітньо-наукового рівня вищої освіти*

*E-mail: kutsenkijob@gmail.com*

*ORCID ID: 0009-0008-5814-8389*

**О. М. ТЕРТИШНА,**

*здобувач першого освітньо-наукового рівня*

*E-mail: otertyshna28@gmail.com*

*ORCID ID: 0009-0009-7054-8083*

**Є. О. ТКАЧУК,**

*здобувач першого освітньо-наукового рівня*

*E-mail: evgeniatkachuk467@gmail.com*

*ORCID ID: 0009-0002-0967-192X*

**К. Д. ЯРЕЦЬКА,**

*здобувач першого освітньо-наукового рівня*

*E-mail: kseniyajaretska160734@gmail.com*

*ORCID ID: 0009-0008-7710-4322*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Анотація.** У статті досліджено створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР) на основі класифікації щільної хмари точок у програмних засобах QGIS, Digitals і 3D Survey.

У процесі дослідження використано щільну хмару точок створену при 3D скануванні території ботанічного саду НУБІП України із подальшою класифікацією та побудовою цифрових моделей рельєфу у різних програмних засобах.

Досліджено етапи класифікації хмари точок, створення класифікаційних шарів, експорт даних до програмних засобів QGIS, Digitals та 3D Survey для подальшого моделювання та прорисовки моделей ізолініями.

Розглянуто цифрову модель рельєфу та етапи її створення, «чистки» вихідної хмари точок різної щільності.

*На основі однакових вихідних даних щільної хмари точок, здійснено формування цифрових моделей рельєфу території ботанічного саду НУБІП України у різних програмних засобах.*

*Процес створення цифрової моделі рельєфу досліджено на основі щільної хмари точок за допомогою програм QGIS, Digitals, 3D Survey.*

*Проаналізовано основні переваги та недоліки побудови цифрової моделі рельєфу на основі хмари точок, сформованої за результатами 3D сканування.*

*Розглянуто функції та можливості інструментів програмних засобів QGIS, Digitals, 3D Survey та їх здатність будувати 3D поверхні на основі експортованих хмар точок.*

**Ключові слова:** *цифрова модель рельєфу, QGIS, цифрова зйомка, 3D зйомка, 3D модель, 3D сканування, 3D Survey, QGIS, Digitals, хмара точок, ізолінія, побудова горизонталей.*

---

## **Постановка проблеми**

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) та мобільні 3D-сканери набули значного поширення та широкого використання на сучасному етапі розвитку геодезії та геоінформатики у світі. З кожним роком зростає перелік завдань, які можна вирішувати з їх допомогою.

Різноманітні види вимірювань, їх опрацювання та створення цифрових моделей рельєфу є актуальним завданням у галузі геодезії, картографії та землеустрої. Використовувані для цілей геодезії БПЛА забезпечують, отримання точних даних про особливості рельєфу місцевості, ситуацію, забудованість території, але мають обмеженість у застосуванні в умовах війни, тому формування щільної хмари точок методом 3D сканування території та її опрацювання при створенні цифрової моделі рельєфу є надзвичайно актуальним завданням у теперішній час і дає можливість їх використання при виконанні геодезичних робіт різних видів.

Наземне 3D сканування не має обмежень у застосуванні, хоча і має мен-

шу продуктивність при площинному зніманні, ніж застосування БПЛА.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) є засобом представлення топографічної (земної) поверхні при комп'ютерному опрацюванні результатів інженерно-геодезичних вишукувань. За допомогою цифрової моделі рельєфу вирішуються такі прикладні задачі, як побудова горизонталей, отримання позовжних і поперечних профілів, підрахунок обсягів земляних мас, тощо. Процеси моделювання поверхонь враховуються при проектуванні генеральних планів, за допомогою цифрової 3D моделі існуючого рельєфу вирішують завдання підрахунку та оптимізації обсягів переміщеного ґрунту [1].

Цифрова модель рельєфу (Digital Terrain Model) показує висоту, розташування та форму поверхні землі без урахування рослинності, інфраструктури та штучно створених об'єктів. Цифрові моделі місцевості створюються на основі класифікованих хмар точок, які отримані за допомогою 3D сканування або фотограмметричними методами, а інформація, що використовується, та її достовірність визначаються поставленою метою та завданням на певний вид робіт.

## **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Дослідження на цю тему проводили багато авторів, зокрема:

- Bursztyńska H. V. провела порівняльний аналіз точності побудови ЦМР використанням пакету програм Surfer та географічної інформації системи ArcGIS [3].

- Бурачек В. Г. навів засоби геоінформативного аналізу просторових даних, розглянув сучасні технології обробки геопросторової інформації. Висвітлив погляди вітчизняних і закордонних фахівців щодо можливості сучасного аналітичного опрацювання в геоінформаційних системах. Описав моделі й алгоритми, покладені в основу геоінформаційного аналізу просторових даних. Розглянув програмні засоби реалізації, інтеграції даних і технологій [2].

- Бутенко Є. В., Боровик К. В., Герин А. Р., Губкін Б. А. дослідили використання цифрових моделей рельєфу (ЦМР), їх класифікацію та спосіб отримання у програмному засобі Civil 3D [1].

- Бялий М. «розглянув наявні моделі та методи побудови цифрових моделей рельєфу з метою їх порівняльного аналізу на основі комплексування відкритих, загальнодоступних джерел інформації. Навів підходи побудови цифрових моделей рельєфу та розглянув інформаційне забезпечення для їх створення» [5].

- Грохольський Д. висвітлив технології опрацювання даних лазерного сканування у програмному продукті "CREDO 3D СКАН". Основну увагу було присвячено питанням класифікації хмар точок [6].

- Зацерковний В. І. представив концептуальні основи ГІС, мету та

принципи побудови ГІС, розглянув сучасні технології опрацювання геопросторової інформації, моделі, що лежать у їх основі, сучасні напрями застосування ГІС і перспективи розвитку. Розглянув програмні засоби реалізації, інтеграції даних і технологій [7].

- Ravi P. Gupta розглядав формування матриць вимірів для растрової ГІС [10].

- Szypuła В. вивчав процес створення цифрових моделей рельєфу в програмному забезпеченні ArcGIS[11].

Перераховані дослідження заклали методологічну основу для побудови ЦМР і різні методи для створення 3D-моделей.

Актуальним залишається питання створення цифрової моделі рельєфу та її застосування, оскільки існують різноманітні програмні засоби для створення ЦМР при вирішенні різних задач з різною точністю.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є опрацювання засад формування щільної хмари точок та подальшої роботи з нею за допомогою програмного забезпечення QGIS, Digitals та 3D Survey при створенні цифрової моделі рельєфу.

## **Матеріали і методи наукового дослідження**

При виконанні наукового дослідження було використано такі методи: монографічний, абстрактно-логічний, метод моделювання, розрахунковий та метод узагальнення.

Застосування монографічного методу полягало у вивченні та ознайомленні з науковими працями, статтями, монографіями, науковими виданнями, пов'язаними з розробкою ЦМР. На ос-



нові опрацьованих джерел автори дослідження визначили для себе основні аспекти, завдання та порядок подальшого дослідження.

Абстрактно-логічний метод був застосований при аналізі технології одержання цифрової інформації про рельєф територій та створення висотної основи. Створення ЦМР базуються на побудові TIN моделей, введені уточнюючих скелетних ліній та правильній класифікації щільної хмари точок, алгоритмів моделювання рельєфу в межах об'єкту дослідження, із застосуванням програмних комплексів QGIS, Digitals, 3D Survey.

Методом моделювання, на попередньо сформованій щільній хмарі точок поверхні землі, виконувалося адаптивне проріджування, яке дозволяє сформуванню висотний каркас територій, що складається із ключових точок, які визначають існуючий рельєф місцевості. На вирівняних і споріднених ділянках поверхні залишиться мінімальна кількість точок, а на переломах і мікроформах рельєфу буде збережено необхідну для передавання форми цих об'єктів кількість точок. Класифіковані у такий спосіб ключові точки рельєфу всередині хмари формують «скелет» поверхні [6].

Використання розрахункового методу полягало в обчисленнях відхилень та визначенні коефіцієнту варіації положення горизонталей, які характеризують рельєф місцевості. Обрахувавши значення середнього арифметичного відхилення та середнього квадратичного відхилення, автори дослідження визначили коефіцієнт варіації, що вказує на рівень мінливості горизонталей та точність при їх побудові.

Проаналізувавши праці науковців за тематикою та провівши моделю-

вання побудови ЦМР у програмних засобах, на основі базового об'єкта дослідження, виконавши розрахунки, нами визначено оптимальний програмний засіб для побудови ЦМР при вирішенні задач геодезії та землеустрою.

### ***Результати дослідження та їх обговорення***

В даний час просторова інформація все ширше використовується у різних галузях науки і техніки, а її ефективність, точність та доступність зростає з кожним днем за рахунок розвитку сучасних інструментів їх отримання та подальшого інтерпретаційного опрацювання.

Цьому сприяє зростання доступності даних, створення неоднорідних баз даних, поява більш потужних комп'ютерів і всесвітньої цифровізації.

В останні роки геоінформаційні системи та веб-сервіси, що містять просторову інформацію, посіли особливе місце у світі інформаційних технологій.

Цифрова модель рельєфу надає інформацію про висоту земної поверхні та спеціальну топографічну інформацію, дані про ґрунтовий покрив, вид схилу, переріз рельєфу та регіональні особливості місцевості [8].

Цифрові моделі рельєфу відіграють фундаментальну роль при просторовому плануванні, інженерії та мають широкий спектр практичних застосувань.

Під ЦМР розуміють тривимірну математичну модель відображення земної поверхні, що подається у вигляді масиву точок з визначеною висотою за всією областю поширення на досліджуваній території.

ЦМР необхідна для одержання максимально детальної інформації про рельєф місцевості певної території, «при оновленні цифрових топографічних карт і планів різного масштабу, при виконанні різних видів інженерних вишукувань, геологічних досліджень, біологічних та просторових досліджень» [5].

Вирішення проблеми підвищення точності відображення нерівностей поверхні дозволить визначити відповідний метод створення цифрових моделей рельєфу, як найбільш оптимальний, швидкий, точний, у процесі класифікації вихідної хмари точок у програмних засобах QGIS, Digitals і 3D Survey.

«Цифрова модель рельєфу подається у вигляді матриці рельєфу висот поверхні Землі. Таке матричне представлення зазвичай використовується в телекомунікаційних проектах і надається у форматі інструментів радіочастотного планування, таких як: Planet, Atoll, ATDI тощо.

Модель TIN (TIN - Triangulated Irregular Network) - векторне представлення, використовується в ГІС - проектах у вигляді OBJ, 3DS, VRML, DXF, Google Earth KMZ файлів» [2].

ЦМР є одним з важливих шарів карти для цілей просторової інтерпретації. Вона також широко використовується як основа для вирішення наступних завдань:

- ландшафтного планування території;
- містобудування;
- будівництва автомобільних доріг;
- будівництва залізниць;
- моделювання повеней;
- геологічного аналізу;
- геодезії та землеустрою.

Використання цифрових моделей

значно скорочує витрати часу і праці в порівнянні з традиційною технологією отримання відміток з топографічних планів та інструментальним методом.

Об'єктом дослідження було обрано територію базового ЗВО – НУ-БіП України, а саме ботанічний сад, як об'єкт із яскраво вираженим рельєфом та складними для зйомки геоботанічними показниками та подальшого опрацювання даних. Перепад між висотами складає 40 метрів, рельєф горбистий. Наявна рослинність, яка ускладнює застосування класичних фотограмметричних методів. Зазначений об'єкт займає територію 53 гектари, межуючи із заповідною територією Національного природного парку «Голосіївський» [4].

У процесі дослідження було визначено три етапи робіт:

1. зйомка об'єкта дослідження;
2. підготовка щільної хмари точок;
3. опрацювання зйомки у програмних засобах.

Зйомка об'єкта дослідження відбувається за допомогою 3D сканера AlphaGEO SLAM R100 із щільністю 320 000 / 640 000 т/с та маркуванням 28 опорних точок для більш точної прив'язки хмари точок в системі координат та висот УСК 2000.

На основі отриманих просторових даних прибираємо із хмари точок точки забудови, точки суміжних об'єктів, дерев та кущів (рис.1.). Створення 3D моделі здійснювалося на основі кольоризації щільної хмари точок та створення суцільної поверхні на основі дискретних точок з усуненням геометричних спотворень, викликаних умовами зйомки.

Кінцевою метою дослідження було створення цифрової моделі ре-

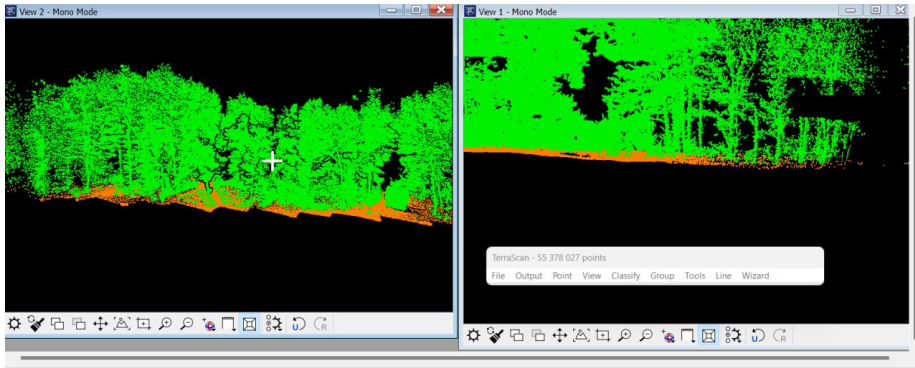


Рис. 1. Фото щільної хмари точок території ботанічного саду НУБІП України, знятого 3D сканером у програмі перегляду

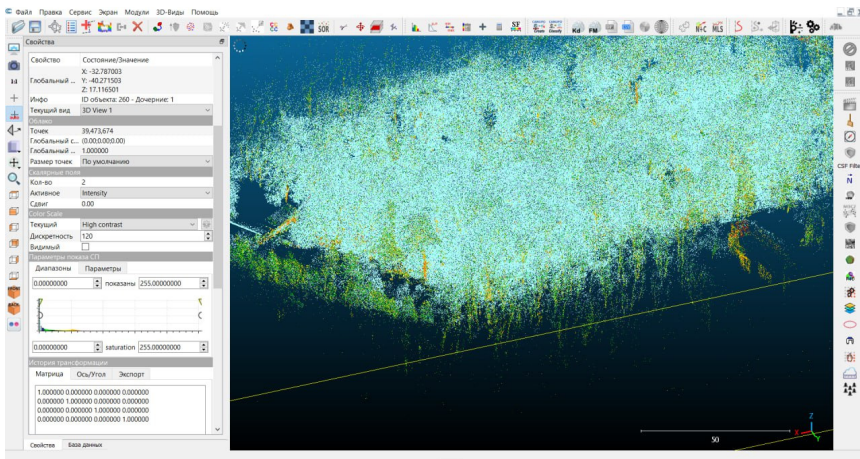


Рис. 2. Фото класифікації щільної хмари точок у програмі CloudCompare

льєфу у різних програмних засобах, перетворення опрацьованих даних у візуальне представлення рельєфу та оцінка точності отриманих результатів.

Під час виконання робіт із створення ЦМР за хмарою точок першим завданням є виділення (класифікація) точок рельєфу із щільної хмари точок, що належать земній поверхні (рис. 2.). Найвні спотворення та штучно створені точки за рахунок «шумів» можуть призвести до неко-

ректної класифікації рельєфу, тому необхідно попередньо їх видалити або класифікувати як шум і вилучити із подальшого опрацьовання [6].

Перед початком робіт хмару точок необхідно закоординувати та поліпшити для подальшого створення тривимірної моделі.

Поліпшення хмари точок передбачає покращення тієї частини хмари точок, яка перекривається при скануванні 3D сканером з різних просторових позицій на об'єкті, аби сфор-

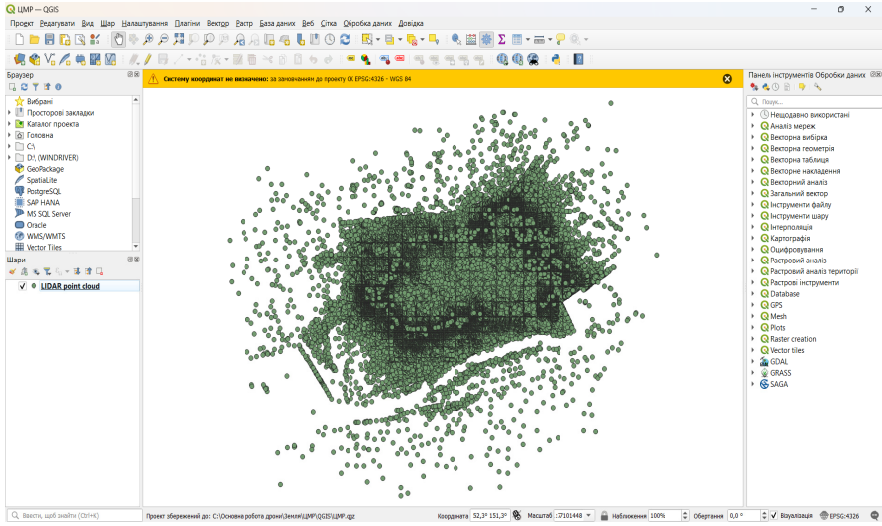


Рис. 3. Хмара точок у програмному забезпеченні QGIS

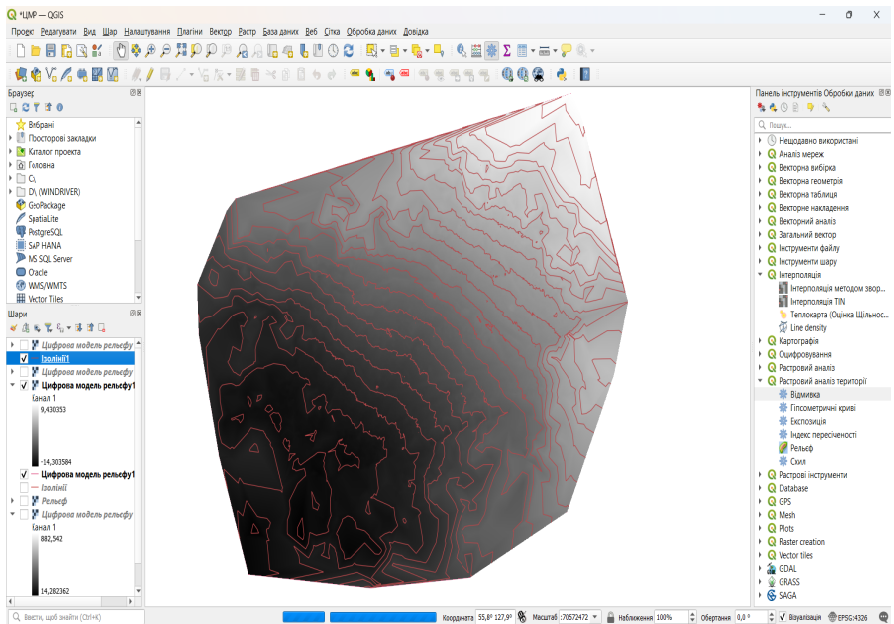


Рис. 4. Цифрова модель рельєфу у програмному забезпеченні QGIS

мувати ще одну, точнішу і щільнішу хмару об'єктів та захопити зображення всієї площі об'єкта.

Програма змінює надані хмари точок у структуровані елементи, що

представляють поверхню сканованого об'єкту. Частина із зібраних точок не були використані у подальшому опрацюванні. Остаточне опрацювання передбачало «очищення» хмари

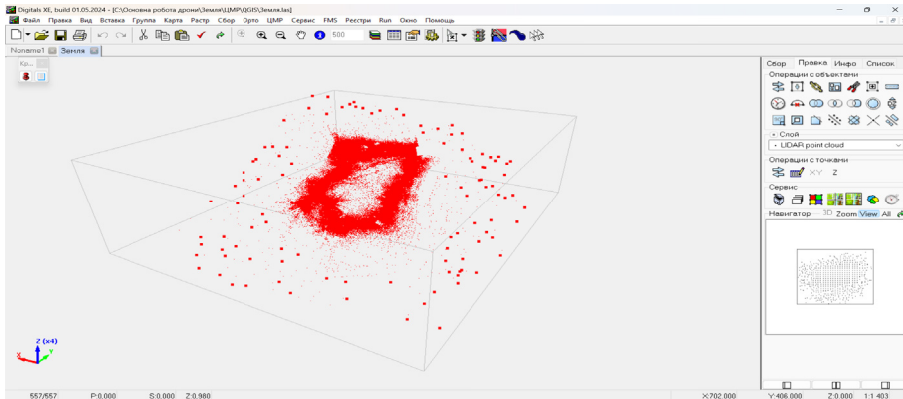


Рис. 5. Хмара точок у програмному забезпеченні DigitalS

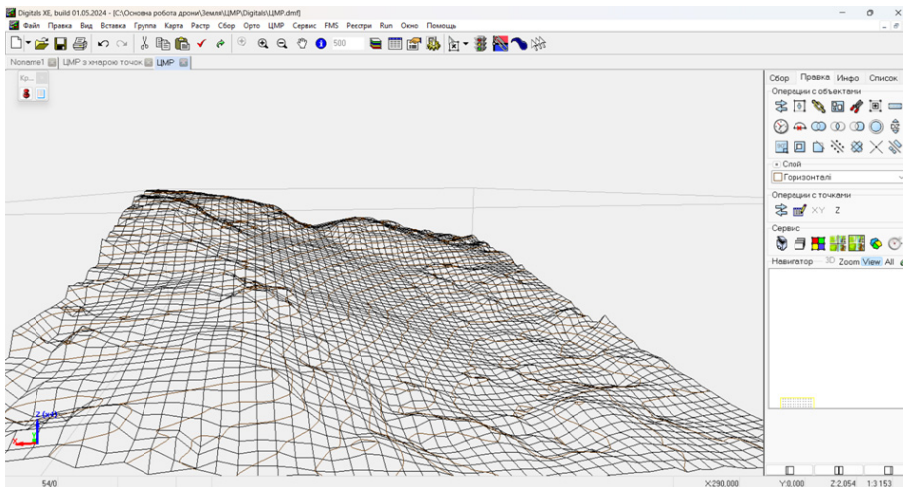


Рис. 6. Цифрова модель рельєфу у програмному забезпеченні DigitalS

від шумів та їх подальше видалення [6].

Швидкість опрацювання багато в чому залежить від щільності хмари точок та потужності комп'ютера, яким здійснюється опрацювання.

Опрацьовані дані щільної хмари із класифікованим шаром поверхні Землі експортуюмо до програмних засобів QGIS, DigitalS, 3D Survey для подальшого опрацювання та побудови ЦМР в кожному із цих засобів.

1. Створення цифрової моделі ре-

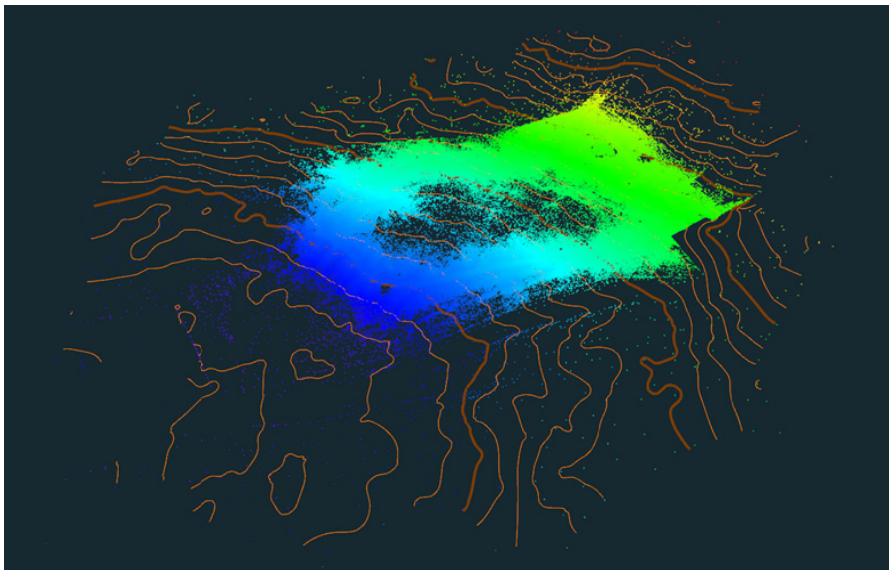
льєфу у програмному засобі QGIS.

На початковому етапі роботи завантажуюмо Shapefile щільної хмари точок 3D сканування території до програмного засобу QGIS (рис. 3.).

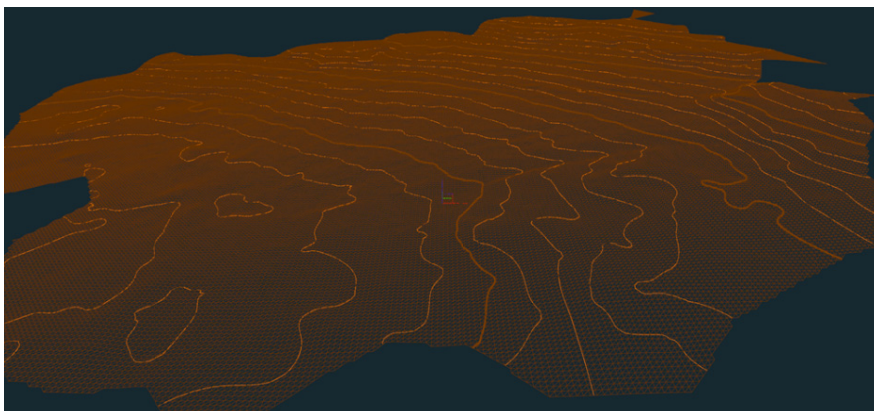
В результаті опрацювання даних побудована цифрова модель рельєфу, яку для кращого аналізу та візуалізації можна представити у вигляді кольоризованої моделі (рис. 4.).

2. Створення цифрової моделі рельєфу у програмному забезпеченні DigitalS.





**Рис. 7.** Хмара точок у програмному забезпеченні 3D Survey



**Рис. 8.** Цифрова модель рельєфу з побудовою горизонталей у програмному забезпеченні 3D Survey

Завантажуємо щільну хмару точок, отриману за допомогою 3D сканування території (рис. 5.), до програмного засобу Digital, здійснюємо необхідні етапи її опрацювання при створенні ЦМР.

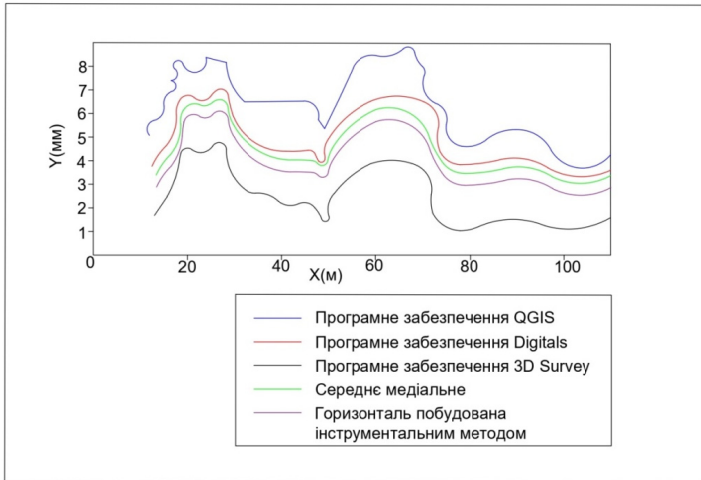
Сформувавши ЦМР з кроком 1 метр, для візуалізації в 3D просторі обираємо вид об'єкту «тривимірний» і прорисовуємо горизонталі (рис. 6.).

### *3. Створення цифрової моделі рельєфу в 3D Survey.*

За аналогічним алгоритмом дій виконується створення цифрової моделі рельєфу у програмному засобі 3D Survey (рис. 7. та рис. 8.).

Щоб зрозуміти, наскільки відрізняються лінії рівних висот (горизонталі), які ми отримали у цифрових моделях рельєфу різних програмних





**Рис. 9** Результати побудови горизонталей в цифрових моделях рельєфу, отриманих у різних програмних засобах з відображенням медіального значення.

засобів (рис. 9), було проведено розрахунок та визначено коефіцієнт варіації, який показує, наскільки сильно відрізняються значення на цих моделях. Чим менший цей показник, тим точніше збігаються горизонталі. Це допомагає нам оцінити, наскільки точно виконані роботи при моделюванні та які з них можуть бути використані для вирішення завдань геодезії та землеустрою.

«Коефіцієнт варіації – відносна величина, яка служить для характеристики розсіювання (мінливості) ознаки.

Коефіцієнт варіації характеризує одноманітність сукупності та ступінь надійності обчислення середніх величин»[9].

$$\vartheta = \frac{S_0}{\bar{S}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Середнє арифметичне відхилення визначимо за формулою :

$$\bar{S} = \sum_n^i \frac{y_i - y'_i}{n} \quad (2)$$

де:  $\bar{S}$  – середнє арифметичне відхилення;

$n$  – кількість відліків;

$y_i$  – значення по координаті  $Oy$  графіка функції, яке відповідає  $i$ -му відліку на кінцевій горизонталі;

$y'_i$  – значення по координаті  $Oy$  графіка функції, яке відповідає  $i$ -му відліку на попередній горизонталі.

$$\bar{S} = 1,956254 \text{ [м]}.$$

Середнє квадратичне відхилення визначимо за формулою:

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{n-1} (y_i - \bar{S})^2} \quad (3)$$

де:  $S_0$  – середнє квадратичне відхилення;

$n$  – кількість відліків;

$y_i$  – значення по координаті  $Oy$  графіка функції, яке відповідає  $i$ -му відліку на кінцевій горизонталі;

$\bar{S}$  – середнє арифметичне відхилення.

$$S_0 = 0,235489 \text{ [мм]}.$$

Отримавши значення середнього

арифметичного та середнього квадратичного відхилення, визначаємо коефіцієнт варіації:

$$\vartheta = \frac{0,235489}{1,956254} \cdot 100\% = 12,04\% \quad (4)$$

Рівень мінливості прийнято оцінювати за шкалою: менше 10% – низький рівень, від 11 до 25% – середній рівень, більше 25% – високий рівень.

Аналіз показав, що мінливість горизонтальних ліній знаходиться в межах середнього рівня. Найточніший результат ЦМР в порівнянні із класичним інструментальним способом побудови горизонталей отримано в програмному засобі Digital; наблизений варіант, що відповідає допуску медіального значення, є в ЦМР, створеній у 3D Survey.

### **Висновки**

Створення якісної цифрової моделі рельєфу – це запорука ефективного управління, формування достовірної планово-висотної основи для проектування та моделювання різних процесів і передбачення їх наслідків.

За результатами проведеного дослідження можна зробити висновок, що точність побудови ЦМР відповідає точності виконання робіт. Тому знімання територій з високою трав'янистою та кущовою рослинністю необхідно виконувати ранньою весною або восени за безлистого покриву і відсутності трав'яної рослинності, що зменшить вплив неточностей на результат побудови ЦМР.

Аналіз отриманих цифрових моделей рельєфу у таких програмних засобах, як QGIS, Digital та 3D Survey дає підстави зробити висновок, що

найкраще рельєф відображається в ЦМР у програмному засобі Digital; наблизений варіант, що відповідає допуску медіального значення ЦМР, створено у 3D Survey. З даних, отриманих на об'єкті дослідження, бачимо, що рельєф сильно розсічений та горбистий, але застосування сучасних програмних засобів для побудови цифрової моделі рельєфу забезпечує необхідний рівень точності для виконання подальших робіт на основі створених ЦМР.

---

### **Список літератури**

1. Бутенко Є. В., Боровик К. В., Герин А. Р., Губкін Б. А. Формування цифрової моделі рельєфу за матеріалами аерофотозйомки в програмному засобі CIVIL 3D / *Науково-виробничий журнал Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2020. № 2-3. С. 156 - 168. DOI: <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2020.02.16>
2. Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: <http://surl.li/kycdvz> (Дата звернення 25.09.2024)
3. Бурачек В. Г., Железняк О. О., Зацерковний В. І. Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія. Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-поліграф», 2011. 440 с.
4. Бурштинська Х. В. Теоретичні та методологічні основи цифрового моделювання рельєфу за фотограмметричними та картометричними даними: дисертація д-ра техн. наук: 05.24.02 / Національний ун-т «Львівська політехніка», 2003. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.disslib.org/teoretichnita-metodolohichni-osnovy-tsyfrovoho-modeljuvannja-relyefu-za.html>
5. Бялий М., Савков П. Застосування радарної інтерферометрії для побу-

- дови цифрових моделей рельєфу. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 2023, 79, С.76–93. DOI: <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2023/79-08> (Дата звернення 25.09.2024)
6. Грохольський Д. Класифікація хмар точок і створення цифрової моделі місцевості в новій версії програми *sredo* 3D скан. *Офіційна хроніка, освіта, наукова, виробнича та громадська діяльність*. №39, С. 53 – 59. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/543bf0b3-3eb4-4d14-987b-e7d812acf44f/content> (Дата звернення 25.09.2024)
  7. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О., Геоінформаційні системи і бази даних: монографія-Кн 2. Ніжин: НДУ ім. М.Г Гоголя, 2017. 237 с. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: <file:///D:/Users/User/Desktop/%D0%97%D0%B0%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%82%D0%B0%20%D1%96%D0%BD.%20%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D1%96%20%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B8%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85.%20%D0%9A%D0%BD.%202>.pdf
  8. Li, Z. L. (1990). Strategy for sampling and accuracy assessment for digital terrain modelling (Doctoral dissertation). University of Glasgow. 24 p. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: [https://nguyenduyliemgis.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/digital-terrain-modeling-principles-and-methodology\\_2005.pdf](https://nguyenduyliemgis.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/digital-terrain-modeling-principles-and-methodology_2005.pdf)
  9. Показники варіації. Показники варіації і способи їх обчислення. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: [https://elib.lnu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%85%20%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/page13.html](https://elib.lnu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%85%20%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/page13.html) (Дата звернення 25.09.2024)
  10. Ravi P. Gupta. Digital Elevation Model / Remote Sensing Geology. 2018, pp. 101 – 106. [Електронний ресурс] / Режим доступ: URL: [https://books.google.com.ua/books?id=IERADwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs\\_ge\\_summarу\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=IERADwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs_ge_summarу_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) (Дата звернення 25.09.2024)
  11. Szypuła B. Digital Elevation Models in Geomorphology. Hydro-Geomorphology - Models and Trends // Bartłomiej Szypuła: monograph / editor Dericks Shukla., 2017. pp. 81-112. [Електронний ресурс] / Режим доступ: DOI: 10.5772/intechopen.68447 URL: [https://www.academia.edu/34935892/Digital\\_elevation\\_models\\_in\\_geomorphology](https://www.academia.edu/34935892/Digital_elevation_models_in_geomorphology) (Дата звернення 25.09.2024). DOI: 10.5772/intechopen.68447
- 

## References

1. Butenko, E. V., Borovik, K. V., Herin, A. R., & Gubkin, B. A. (2020). Formuvannya tsyfrovoi modeli relyefu za materialamy aerofotozjomky v programnomu zasobi CIVIL 3D [Formation of a digital terrain model based on aerial photography materials in the CIVIL 3D software], *Land Management, codastrs and Land Monitoring*, 2-3, 156 – 168. DOI: <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2020.02.16>
2. Botanical Garden of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Wikipedia. Available at: <http://surl.li/kycdvz>
3. Burachek, V. G., Zhelezniak, O. O., & Zat-

- serkovnyi, V. I. (2011). Geoinformatsiyni analiz prostorovykh danykh [Geoinformation analysis of spatial data]. TOV "Vydavnytstvo "Aspekt-poligraf", 440.
4. Burshtynska, H. V. (2003). Teoretychni ta metodolohichni osnovy tsyfrovoho modeliuвання relyefu za fotogrammetrychnymy ta kartometrychnymy danymy [Theoretical and methodological foundations of digital terrain modeling based on photogrammetric and cartometric data] (Doctoral dissertation). Natsionalnyi universytet "Lvivska politekhnikha", 36. Available at: <http://www.disslib.org/teoretychni-ta-metodolohichni-osnovy-tyyfrovoho-modeljuвання-relyefu-za.html>
  5. Bialiy, M., Savkov, P. (2023). Zastosuvannya radarnoi interferometrii dlia pobudovy tsyfrovyykh modelei relyefu [Application of radar interferometry for the construction of digital terrain models]. *Collection of scientific works of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv*, 79, 76 – 93. DOI: <https://doi.org/10.17721/2519-481X/2023/79-08>
  6. Grokholskyi, D. Klasyfikatsiia khmar tochok i stvorennia tsyfrovoi modeli mistsevosti v noviy versii programy CREDO 3D SKAN [Classification of point clouds and creation of a digital terrain model in the new version of the CREDO 3D SCAN program]. 39, 53-59. Available at: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/543bf0b3-3eb4-4d14-987be7d812acf44f/content>
  7. Zatserkovnyi, V. I., Burachek, V. G., Zhelezniak, O. O., Tereshchenko, A. O. (2017). Geoinformatsiini systemy i bazy danykh [Geographic information systems and databases]. NDU im. M. H. Gogola, 237. Available at: <file:///D:/Users/User/Desktop/%D0%97%D0%B0%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%82%D0%B0%20%D1%96%D0%BD%20%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D1%96%20%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B8%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85.%20%D0%9A%D0%BD.%20>.pdf
  8. Li, Z. L. (1990). Strategy for sampling and accuracy assessment for digital terrain modelling (Doctoral dissertation). University of Glasgow. 24. Available at: [https://nguyenduylieingis.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/digital-terrain-modeling-principles-and-methodology\\_2005.pdf](https://nguyenduylieingis.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/digital-terrain-modeling-principles-and-methodology_2005.pdf)
  9. Indicators of variation. Indicators of variation and methods of their calculation. Available at: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/%D0%A2%D0%B0%D0%B-B%D0%B0%D1%85%20%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/page13.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A2%D0%B0%D0%B-B%D0%B0%D1%85%20%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/page13.html)
  10. Ravi P. Gupta. (2018). Digital elevation model. *Remote Sensing Geology*, 3, 101-106. Available at: [https://books.google.com.ua/books?id=IERADwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=IERADwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
  11. Szyputa, B. (2017). Digital Elevation Models in Geomorphology. In D. Shukla (Ed.), *Hydro-Geomorphology - Models and Trends* (pp. 81-112). Available at: [https://www.academia.edu/34935892/Digital\\_elevation\\_models\\_in\\_geomorphology](https://www.academia.edu/34935892/Digital_elevation_models_in_geomorphology) DOI: 10.5772/intechopen.68447

**Butenko Ye., Kutsenko O., Tertyshna O., Tkachuk Ye., Yaretska K.**  
**FORMATION OF A DENSE CLOUD OF POINTS AND ITS PROCESSING WHEN  
CREATING A DIGITAL MODEL OF THE TERRAIN**

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 109-122.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.09>

**Abstract.** *The article explores the creation of digital terrain models (DRMs) based on dense point cloud classification in QGIS, Digitals, and 3D Survey software.*

*In the research process, a dense cloud of points created during 3D scanning of the territory of the botanical garden of NUBiP of Ukraine was used, followed by classification and construction of digital relief models in various software tools.*

*The stages of point cloud classification, creation of classification layers, data export to QGIS, Digitals and 3D Survey software tools for further modeling and drawing of models with isolines were studied.*

*The digital model of the relief and the stages of its creation, "cleaning" of the original cloud of points of different density are considered.*

*On the basis of the same initial data, a dense cloud of points, the formation of digital models of the relief of the territory of the botanical garden of NUBiP of Ukraine was carried out in various software tools.*

*The process of creating a digital relief model was investigated based on a dense point cloud using QGIS, Digitals, 3D Survey programs.*

*The main advantages and disadvantages of building a digital relief model based on a cloud of points formed by the results of 3D scanning are analyzed.*

*Features and capabilities of software tools QGIS, Digitals, 3D Survey and their ability to build 3D surfaces based on exported point clouds are considered.*

**Keywords:** *digital terrain model, QGIS, digital survey, 3D survey, 3D model, 3D scan, 3D Survey, QGIS, Digitals, point cloud, isoline, construction of horizons.*

---

---

## ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ТА МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ В ЗОНІ ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ

---

**Н. А. КОЛЕСНИК,**

кандидат технічних наук

E-mail: [kolesniknatalka@gmail.com](mailto:kolesniknatalka@gmail.com)

**М. С. КОЖЕМ'ЯКО,**

здобувач,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: [nikitakozhemiakons@gmail.com](mailto:nikitakozhemiakons@gmail.com)

**Анотація.** Обґрунтована важливість задачі розрахунку й аналізу зрушень та деформацій земної поверхні для моніторингу за станом об'єктів, розташованих на земній поверхні в межах впливу гірничих робіт. Були проведені дослідження, які вказують на те, що фактичні величини зрушень та деформацій земної поверхні суттєво відрізняються від розрахункових, визначених за стандартними методиками. Сьогодні при розробці заходів захисту об'єктів на земній поверхні використовується нормативна методика, в якій застосовується коефіцієнт перевантаження. Однак, він не дає можливості визначення фактичного діапазону варіації осідань та деформацій земної поверхні.

Авторами статті обґрунтовано проєкт спостережної станції для геодезичних вимірювань зрушень земної поверхні та деформацій магістрального газопроводу, що підробляється шахтою ім. «Героїв космосу» ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ».

Виконано закладання спостережної станції та проведені інструментальні спостереження із використанням ГНСС приймача компанії Leica Geosystem.

За нормативною методикою для певних гірничо-геологічних умов розраховані очікувані й розрахункові осідання та деформації земної поверхні в межах впливу 960-ї лави. Результати, отримані авторами під час виконання натурних вимірювань, підтверджують розкид осідань та деформацій вздовж головних перерізів мульди зрушення. Запропоновано враховувати отримані результати при виборі засобів захисту магістрального газопроводу.

**Ключові слова:** зрушення та деформації земної поверхні, геодезичний моніторинг, спостережна станція, ГНСС-спостереження, натурні вимірювання, мульда зрушення.



## **Постановка проблеми**

Аналіз зрушень і деформацій земної поверхні та об'єктів, що на ній розташовані, залишається актуальною задачею при їх підробці гірничими виробками та є критично важливим для забезпечення безпеки, збереження інфраструктури, екологічної стійкості, ефективності гірничих робіт тощо.

Гірничі роботи можуть спричинити значні зміни в рельєфі земної поверхні та структурі земної товщі, що викликає обвали, просіданнями, зсувами вміщених порід. Контроль за деформаціями допомагає вчасно виявити потенційні небезпеки і вжити необхідних заходів для їх усунення. В свою чергу, деформації земної поверхні можуть негативно вплинути на будівлі, дороги та іншу інфраструктуру, розташовану в зоні впливу гірничих робіт. Регулярний моніторинг за деформаціями дозволяє захистити цю інфраструктуру та уникнути великих витрат на її ремонт або реконструкцію. З точки зору екології, постійний моніторинг за деформаціями земної поверхні необхідний для визначення змін та вчасного усунення впливу гірничих робіт на місцеву екосистему, зокрема на водні ресурси, ґрунти і рослинність.

## **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

На сьогоднішній день, розрахунок очікуваних та розрахункових зрушень та деформацій земної поверхні виконується за методикою, описаною в нормативному документі [1]. Однак, навіть при використанні даної методики розрахунку деформацій земної поверхні впродовж тривалого часу,

всеодно виникають деформації та руйнування об'єктів, що підробляються. В роботах багатьох вітчизняних та іноземних авторів показані фактичні результати впливу деформацій земної поверхні на об'єкти, що розташовані в межах гірничих робіт [2-4].

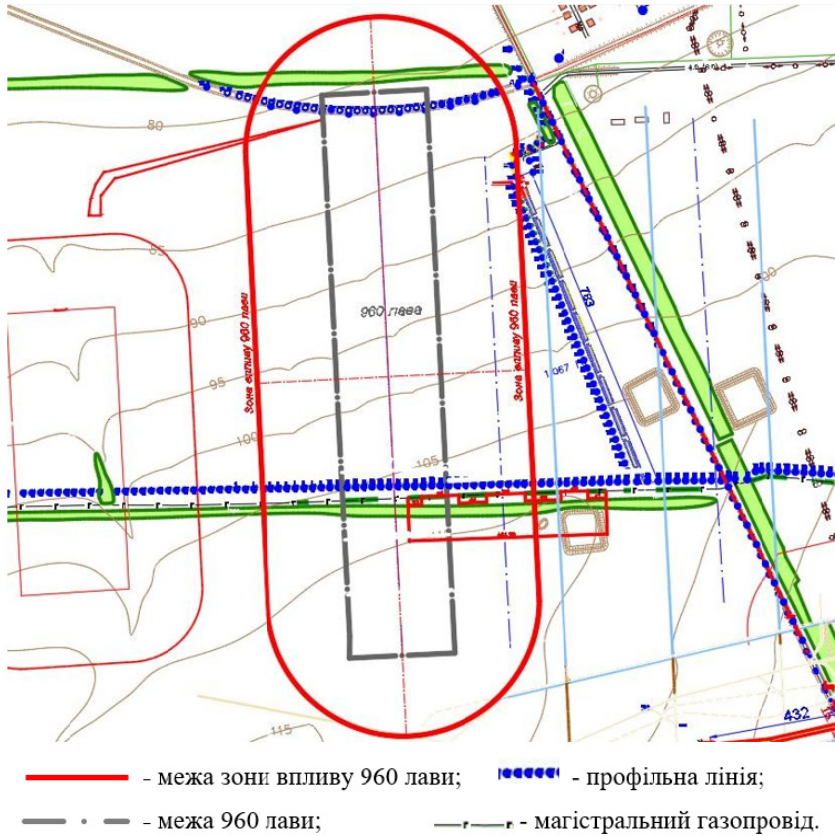
В роботах авторів статей [5-8] наведено результати натурних спостережень або різноманітних моделювань, які вказують на різницю між розрахунковими зрушеннями та деформаціями земної поверхні і фактичними їх величинами. Вказана варіація виникає в результаті впливу на процес зрушення різних факторів (геометричні, гірничо-геологічні умови, фізико-механічні властивості гірських порід тощо).

Таким чином, виконання спостережень за деформаціями земної поверхні та вивчення впливу даних деформацій на підроблюванні об'єкти залишається актуальним на сьогоднішній день.

**Мета дослідження.** В нашій роботі наведено результати натурних інструментальних спостережень, проведених в зоні гірничої діяльності шахти ім. «Героїв космосу» ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ». Об'єктом дослідження є магістральний газопровід-відведення високого тиску до м. Тернівка на території Вербківської територіальної громади Дніпропетровської області. Геодезичні спостереження виконані з метою обґрунтування раціональної підробки ділянки газопроводу, що гарантує його безпечне використання за призначенням.

## **Матеріали і методи наукового дослідження**

На рис. 1 наведено фрагмент виконання з плану гірничих робіт плас-



**Рис. 1. Фрагмент вкопювання з плану гірничих робіт пласта с9**

та с9 з нанесеною межею зони впливу очисних робіт 960-ї лави, положенням газопроводу та розташуванням профільної лінії спостережної станції.

Підробка на цій ділянці земної поверхні та магістрального газопроводу раніше була здійснена гірничими роботами пластів с10 і с11, а на сьогоднішній день підробляється 960-ю лавою пласта с9. З боку, зворотному простяганню пласта с9, до лави приймає 956-а лави. Зі сторони падіння, підняття та простягання цього пласта інші очисні виробки відсутні.

Основні гірничо-геологічні характеристики 960-ї лави пласта с9:

- довжина лави – 250 м,
- кут падіння – 4°,
- середня глибина розробки – 321 м,
- потужність пласта с9 – 1,05 м,
- потужність наносів – 160 м,
- марка вугілля – ДГ.

У покрівлі пласта с9 переважно залягають алевроліти (50%) та аргіліти (35%), рідше пісковики (10%) та аргіліти кушисті (5%).

Відпрацювання виконується довгим стовпом за падінням. Як спосіб управління покрівлею, в лаві прийнято повне обрушення.

Підземний магістральний газопровід до м. Тернівка Дніпропе-

тровської області від магістрального газопроводу Шебелинка-Дніпропетровськ-Одеса введено в дію у 1986 р. та експлуатується Запорізьким ЛП УМГ (Дніпропетровський майданчик). Проект підробки розроблений з урахуванням ймовірних деформацій земної поверхні внаслідок розтягування-стиснення в розмірах від  $2,0 \times 10^{-3}$  до  $5,0 \times 10^{-3}$  відповідно до гірничо-геологічного обґрунтування.

Магістральний газопровід до м. Тернівка виконаний зварним способом із труб діаметром 325 мм із товщиною стінки 6 мм із сталі 20, його довжина становить 651 м у зоні впливу 960-ї лави пласта с9 – між розрахунковими точками 1 та 34.

Основні механічні характеристики трубопроводу наведені в сертифікаті якості: тимчасовий опір розриву сталі 420 МПа, межа текучості сталі 245 МПа. Проектний тиск у газопроводі-відведенні: максимальний 55 кгс/см<sup>2</sup>, мінімальний 31 кгс/см<sup>2</sup>. Глибина укладання газопроводу 0,8 м до верху труби, ґрунт зворотного засипання – суглинок твердий.

Захист газопроводу від ґрунтової корозії виконаний плівкою товщиною 0,63 мм і катодним захистом. Газопровід запроектовано II категорії зі 100% контролем всіх зварних стиків рентгенівськими променями та з використанням труб діаметром 325×6 мм, що мають запас міцності 10% [9].

Перед виконанням натурних інструментальних вимірювань було здійснено розрахунок очікуваних зрушень земної поверхні для описаних вище умов підробки. Розрахунок був виконаний за чинною методикою [1].

Зона впливу гірничих робіт визначається за граничними кутами на вертикальних розрізах навхрест до простягання і по простягання плас-

та. Значення граничних кутів визначаються за [1]. Граничні кути склали: за падінням  $\beta_0 = 65^\circ$ ; за підняттям  $\gamma_0 = 65^\circ$ ; по простяганню  $\delta_0 = 65^\circ$ , у наносах  $\phi_0 = 45^\circ$ . Кути повних зрушень склали: за падінням  $\psi_1 = 55^\circ$ ; за підняттям  $\psi_2 = 56,2^\circ$ ; за падінням  $\psi_3 = 55^\circ$ . Кут максимального осідання  $\theta$  становив  $= 86,8^\circ$ . Максимальне осідання земної поверхні  $\eta$  склало 840 мм.

Метою інструментальних вимірювань на спостережній станції є геодезичний моніторинг за деформаціями земної поверхні на ділянці прокладання магістрального газопроводу із подальшим обґрунтуванням засобів його охорони від пошкоджень. Спостережна станція складається з профільної лінії ґрунтових реперів, розташованих уздовж траси газопроводу-відведення.

Згідно з [10], ґрунтові репери спостережної станції закладаються через 20 м один від одного та розташовані на відстані 15 м від проекції осі газопроводу на земну поверхню. Опорні репери (Rp I та Rp II) спостережної станції були закладені за межами впливу гірничих робіт на відстані 50 та 100 м. Загальна довжина профільної лінії вздовж траси газопроводу складає 860 м, кількість ґрунтових реперів – 34. Схема розташування спостережної станції представлена на рис. 2.

Основною вимогою до конструкцій ґрунтових реперів спостережної станції були непіддатливість їх сезонним промерзанням та пученню ґрунтів. Репери були виготовлені з металевих стержнів завдовжки 1,5 м діаметром 20 мм. У верхніх кінцях реперів висвердлюється заглибини діаметром 1,2 мм та глибиною 5-7 мм [10].

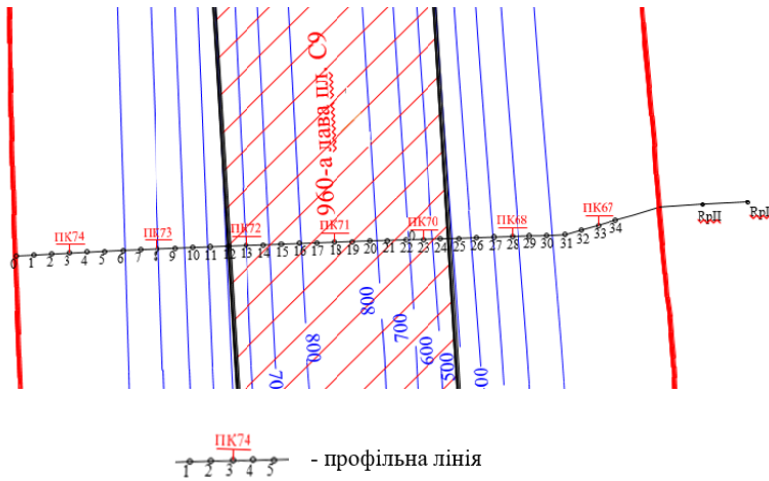


Рис. 2. Схема спостережної станції

Висотна прив'язка опорних реперів спостережної станції проводиться за методикою нівелювання IV класу від вихідних реперів, розташованих на промайданчику ПСП «ШАХТОУПРАВЛІННЯ імені ГЕРОЇВ КОСМОСУ».

Спостережна станція була закладена до початку процесу зрушення земної поверхні, викликаного гірничими роботами 960-ї лави. За початок процесу зрушення від 960-ї лави приймається момент, коли її очисний вибій відійде від розрізної виробки на відстань, що дорівнює 47,4 м. Початкове положення реперів визначалося із двох серій спостережень до початку підробки земної поверхні. Газопровід-відведення є потенційно небезпечним об'єктом, тому наступні серії інструментальних спостережень проводилися два рази на місяць згідно з [10].

У разі перевищення фактичних величин зрушень та деформацій допустимих показників, результати інструментальних спостережень треба передавати для контролю ТОВ «Ін-

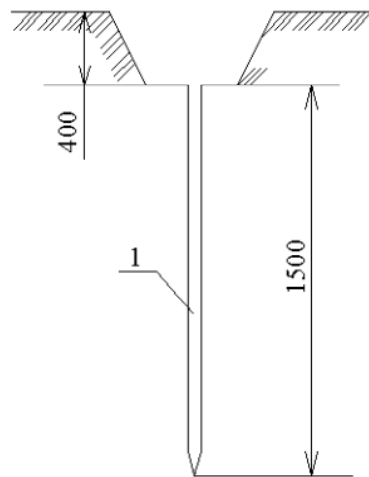


Рис. 3. Конструкція репера  
1 – металевий стержень

ститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України» [11].

Під час інструментальних спостережень використовувались геодезичний ГНСС приймач компанії Leica Geosystem, а саме приймач Leica Viva GS08 Plus та польовий контролер Leica Viva CS10.

Контролер працює на базі операційної системи Windows Embedded Handheld, що дозволяє використовувати широкий спектр професійного програмного забезпечення. Підтримка технології RTK (Real-Time Kinematic) дозволяє отримувати високоточні результати в реальному часі [12].

Для підтвердження точності геодезичної основи, перед початком натурних спостережень на об'єкті були проведені контрольні вимірювання в пунктах Державної геодезичної мережі України, координати яких відомі у вибраній системі координат [13].

Точність виконання робіт за участю приладу Leica GS08 з польовим контролером Leica CS10, в режимі статика 5 мм+13 мм (1 мм на 1 км ходу зв'язку, є фіксованими при всьому зніманні) складала 18 мм при зйомці реперів та спостережних пунктів.

### ***Результати дослідження та їх обговорення***

На кожному пункті спостереження були отримані координати X, Y, H двічі, при висоті приладу 2,00 м та 1,50 м. В таблиці 1 наведено каталог середніх координат, отриманих на одну з дат спостережень. Аналогічні таблиці отримані для кожної дати спостереження.

При обґрунтуванні заходів охорони будівель та споруд використовуються розрахункові зрушення та деформації, які одержують множенням очікуваних зрушень та деформацій на коефіцієнти переваантаження [1].

За отриманими результатами натурних вимірювань за нормативним документом [1] були виконані обчислення розрахункових осідань і деформацій земної поверхні. На рис. 4 представлені розрахункові та фак-

тичні показники осідання земної поверхні.

Як видно з рис. 4, осідання, отримані за результатами ГНСС спостережень, в цілому мають таку саме тенденцію, як і розрахункові осідання. Максимальні осідання спостерігаються на рівні 18 репера (849 мм) та фіксуються в центрі мульди зрушення. При цьому осідання, отримані за результатами польових вимірювань, не перевищують розрахункових осідань (1008 мм).

На рис. 5 показаний графік нахилів земної поверхні вздовж профільної лінії спостережної станції, отриманих в результаті опрацювання даних натурних вимірювань та порохованих за методикою [1]. В даному випадку нахили це відношення різниці величин осідань двох сусідніх точок на земній поверхні до відстані між ними.

З аналізу рис. 5 видно, що нахили, отримані за даними натурних вимірювань, перевищують розрахункові значення (наприклад, на реперах 1, 4, 10, 24 та інших), а в деяких випадках навіть мають протилежний знак (наприклад, репери 2, 5, 19, 33 та інші).

Такі деформації, як кривизна і горизонтальні зрушення не розглядалися, тому що для газопровідних комунікацій найбільш небезпечними є горизонтальні деформації стиснення та розтягування.

На рис. 6 наведено графіки розрахункових горизонтальних деформацій, отриманих за чинним нормативним документом [1] та за результатами натурних вимірювань. Горизонтальні деформації – це відношення різниці довжин на земній поверхні в горизонтальній площині до початкової довжини.

З рис. 6 видно, що розрахункові горизонтальні деформації земної по-

## 1. Каталог координат знімання на 13.07.2023

№ точки	X	Y	H
<u>Rp1</u>	86665,459	-5241,223	99,881
<u>Rp2</u>	86690,569	-5272,335	100,173
<u>Rp3</u>	86716,36	-5304,675	100,529
<u>Rp4</u>	86727,868	-5319,007	100,854
<u>Rp5</u>	86740,269	-5334,459	100,95
<u>Rp6</u>	86752,912	-5350,103	101,04
<u>Rp7</u>	86765,486	-5365,978	101,125
<u>Rp8</u>	86777,989	-5381,571	101,241
<u>Rp9</u>	86790,515	-5397,277	101,372
<u>Rp10</u>	86802,887	-5412,754	101,522
<u>Rp11</u>	86815,48	-5428,392	101,698
<u>Rp12</u>	86828,068	-5443,964	101,913
<u>Rp13</u>	86840,544	-5459,448	102,081
<u>Rp14</u>	86852,959	-5474,998	102,256
<u>Rp15</u>	86865,495	-5490,627	102,37
<u>Rp16</u>	86877,903	-5506,192	102,539
<u>Rp17</u>	86890,363	-5521,728	102,77
<u>Rp18</u>	86902,818	-5537,355	102,837
<u>Rp19</u>	86915,252	-5552,946	103,036
<u>Rp20</u>	86927,814	-5568,301	103,271
<u>Rp21</u>	86940,231	-5583,993	103,543
<u>Rp22</u>	86952,535	-5599,733	103,867
<u>Rp23</u>	86965,215	-5615,214	104,212
<u>Rp24</u>	86977,577	-5630,838	104,446
<u>Rp25</u>	86990,139	-5646,355	104,783
<u>Rp26</u>	87002,711	-5661,939	104,871
<u>Rp27</u>	87015,088	-5677,675	105,103
<u>Rp28</u>	87027,885	-5693,461	105,34
<u>Rp29</u>	87040,186	-5709,081	105,443
<u>Rp30</u>	87052,734	-5724,725	105,581
<u>Rp31</u>	87065,188	-5740,407	105,862
<u>Rp32</u>	87077,783	-5755,948	106,173
<u>Rp33</u>	87088,376	-5769,115	106,351
<u>Rp34</u>	87100,802	-5784,683	106,369

верхні вздовж траси газопроводу мають максимальні значення стиснення в районі репера №18 ( $-4,7 \times 10^{-3}$ ). Максимальні значення розтягування спостерігаються на реперах 7 та 29 ( $3,2 \times 10^{-3}$ ).

Однак, за результатами натурних спостережень максимальні зна-

чення стиснення спостерігається на рівні реперів 14 і 22 та становлять  $-4,7 \times 10^{-3}$  і  $-4,6 \times 10^{-3}$  відповідно. При цьому максимальні значення розтягування спостерігаються в межах реперів 9 та 27 ( $3,9 \times 10^{-3}$  та  $4,5 \times 10^{-3}$ ), що значно більше ніж розрахункові.

Це може бути викликано впливом



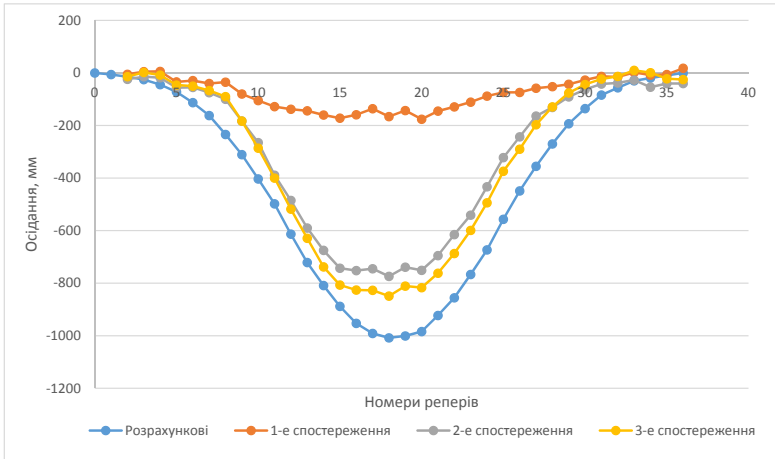


Рис. 4. Графік осідань земної поверхні вздовж профільної лінії

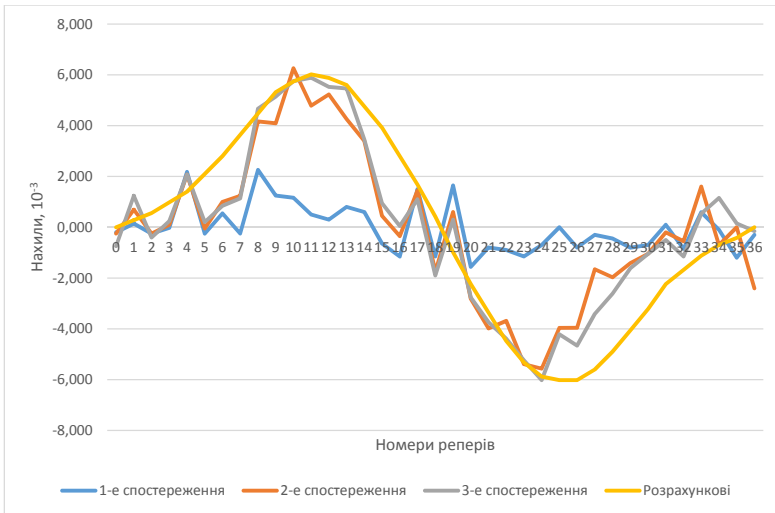


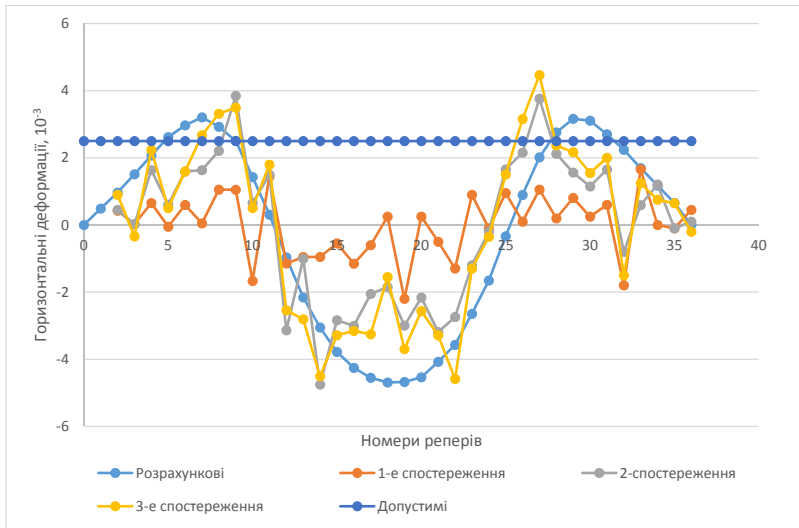
Рис. 5. Графік нахилів земної поверхні вздовж профільної лінії

різноманітних факторів, одним з яких є варіація фізико-механічних властивостей масиву гірських порід [3].

Також на деяких реперах спостерігається протилежний знак горизонтальних деформацій у порівнянні з розрахунковими величинами. Наприклад, на репері 32 розрахункові горизонтальні деформації становлять  $2,24 \times 10^{-3}$ , при цьому го-

ризонтальні деформації за даними 3-го етапу спостережень складають  $-1,50 \times 10^{-3}$ .

На рис. 6 синім кольором показано лінію допустимих значень горизонтальних деформацій ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) розрахованих для даного газопроводу з урахування його характеристик. При цьому горизонтальні деформації вздовж профільної лінії переви-



**Рис. 6. Графік горизонтальних деформацій земної поверхні вздовж профільної лінії**

щують допустимі значення на  $0,2-2,0 \times 10^{-3}$  в діапазонах реперів 5-10 та 26-31, що в 1,8 разів більше допустимих значень і є недопустимим для магістрального газопроводу.

### Висновки і перспективи

Таким чином, можна зробити висновки, що нормативний документ для розрахунку зрушень і деформацій земної поверхні необхідно вдосконалювати. На сьогоднішній день використання коефіцієнту перевантаження недостатньо для встановлення можливої варіації зрушень та деформацій. Виникає необхідність введення поправок за варіацію фізико-механічних властивостей масиву гірських порід, за рельєф, за похибки натурних вимірювань тощо. Отримані результати натурних спостережень в подальшому будуть використовуватися при обґрунтуванні заходів захисту магістрального газопроводу від деформацій.

### Список літератури

1. Правила підробки будівель, споруд та природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ДСТУ 101.00159226.001-2003. Чинний від 2003–11–22. К.: Мінпаливенерго України. 2003. 126 с.
2. Кучин О., Бруй Г., Янкін О. Моделювання просторового зміщення точок земної поверхні за результатами геодезичних спостережень. *Просторовий розвиток*. 2023. №3. С. 122–133.
3. Гордієнко М.Е., Колеснік Н.А., Козловський Г.І., Назимко В.В. Удосконалення методики розрахунку деформацій підроблюваних будівель та споруд. *Проблеми гірського тиску*. 2013. №22-23. С. 137-166.
4. Blachowski J., Cacoń S., Milczarek W. The influence of mining in complicated geological conditions on surface of the ground. *International Society for Mine Surveying*. XIII International Congress. Budapest, 2007.
5. Luo Y. Techniques to Investigate Subsidence Events Over Inactive Room-and-Pillar

- Mines. 28th International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown, 2009. URL: <http://icgcm.conferenceacademy.com/papers/allpapers.aspx?subdomain=icgcm&MeetingID=420>
6. Chris M. Rock Mechanics Section NIOSH. Lakeview Scanticon Resort & Conference Center. 21st International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown, WV, USA, 2002. P. 377.
  7. Бугайова Н.А., Назимко В.В. Особливості розподілу стохастичних відхилень осідань земної поверхні при її підробці одиночною лавою. *Проблеми гірського тиску*. 2008. №16. С. 194-237.
  8. Кодунов Б.А. Распределение вертикальных деформаций в зоне сдвижения горных пород. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2010. №2. С. 11-16.
  9. Проект підробки ділянки магістрального газопроводу-відведення високого тиску до м. Тернівка 960 лавою пласта с9 шахти ім. Героїв космосу ВСП «Шахтоуправління імені героїв космосу» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля». 2021.
  10. Інструкція зі спостережень за зсувом гірських порід, земної поверхні та спорудами, що підробляються на вугільних і сланцевих родовищах. 1989. 96 с.
  11. Ориняк І.В., Бородій М.В., Богдан А.В. Використання категоризації напружень і деформаційних критеріїв при оцінці міцності магістральних трубопроводів. 2007. №4. С.6-15.
  12. Huang G., Du S., Wang D. GNSS techniques for real-time monitoring of landslides: a review. *Satellite navigation*. 2023. Vol. 4, No. 1. P. 1–10.
  13. Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) Документ з0393-98, поточна редакція. Редакція від 28.09.1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>

---

## References

1. Pravyla pidrobky budivel, sporud ta pryrodnykh ob'ektiv pry vydobuvanni vuhillia pidzemnym sposobom: HSTU 101.00159226.001-2003. [Chynnyi vid 2003–11–22]. K.: Minpalyvenerho Ukrainy. 2003. 126 (in Ukr.).
2. Kuchyn, O., Bruy, G., Yankin, O. (2023). Modeliuvannya prostorovoho zmishchennia tochok zemnoi poverkhni za rezultatamy heodezychnykh sposterezhen. [Modeling of the spatial displacement of points on the earth's surface based on the results of geodetic observations]. *Prostorovyi rozvytok*. 3, 122–133.
3. Gordienko, M., Kolesnik, N., Kozlovsky, G., Nazimko, V. (2013). Udoskonalennia metodyky rozrakhunku deformatsii pidrobliuvanykh budivel ta sporud. [Improvement of the methodology for calculating deformations of undermining buildings and structures]. *Problemy hirskoho tysku*. 22-23, 137-166.
4. Blachowski, J., Cacoń, S., Milczarek, W. (2007). The influence of mining in complicated geological conditions on surface of the ground. International Society for Mine Surveying. XIII International Congress. Budapest.
5. Luo, Y. (2009). Techniques to Investigate Subsidence Events Over Inactive Room-and-Pillar Mines. 28th International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown. Available at: <http://icgcm.conferenceacademy.com/papers/allpapers.aspx?subdomain=icgcm&MeetingID=420>
6. Chris, M. (2002). Rock Mechanics Section NIOSH. 21st International Conference on Ground Control in Mining. Morgantown, USA, 377 pp.
7. Bugayova, N., Nazimko, V. (2008). Osoblyvosti rozpodilu stokhastychnykh vidkhylen osidan zemnoi poverkhni pry yii pidrobtsi odynochnoi lavoju. [Features of the distribution of stochastic deviations of earth surface subsidence when it is undermin-

- ing by a single longwall]. *Problemy hirs'koho tysku*. 16, 194-237.
8. Kodunov, B.A. (2010). Raspredelenye ver-tykalnykh deformatsyi v zone sdvyzheniya hornnykh porod. [Distribution of vertical de-formations in the shear zone of rocks]. *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu*. 2, 11-16.
  9. Proiekt pidrobky dilianky mahistralnoho hazoprovodu-vidvedennia vysokoho ty-sku do m. Ternivka 960 lavoiu plasta s9 shakhty im. Heroiv kosmosu VSP «Shakh-toupravlinnia imeni heroiv kosmosu» PrAT «DTEK Pavlohradvuhillya». 2021. (in Ukr.).
  10. Instruktisiia zi sposterezhen za zsumom hirs'kykh porid, zemnoi poverkhni ta sporudamy, shcho pidrobliaiutsia na vuhil-nykh i slantsevykh rodovyshchakh. 1989. 96. (in Ukr.).
  11. Oryniak, I.V., Borodii, M.V., Bohdan, A.V. (2007). Vykorystannia katehoryzatsii napruzhen i deformatsiinykh kryteriiv pry otsintsi mitsnosti mahistralnykh trubopro-vodiv. [The use of stress categorization and deformation criteria when assessing the strength of main pipelines]. 4, 6-15.
  12. Huang, G., Du, S., Wang, D. (2023). GNSS techniques for real-time monitoring of landslides: a review. *Satellite navigation*. 4, No. 1, 1–10.
  13. Pro zatverdzhennia Instruktisii z topohra-fichnoho znimannia u mashtabakh 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500 (HKNTA-2.04-02-98) Dokument z0393-98, potochna redak-tsiia. Redaktsiia vid 28.09.1999. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (in Ukr.).
- 

**Kolesnik N., Kozhemiako M.**

**GEODETIC MONITORING OF DEFORMATIONS OF THE EARTH'S SURFACE AND THE MAIN GAS PIPELINE IN THE AREA AFFECTED BY MINING OPERATIONS LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'24: 123-133.**  
<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.03.10>

**Abstract.** *The importance of the task of calculating and analyzing the displacements and de-formations of the earth's surface for monitoring the state of objects located on the earth's surface within the influence of mining operations is substantiated. Studies have been conducted that in-dicate that the actual values of earth surface displacements and deformations differ significantly from the calculated values determined by standard methods. Today, when developing measures to protect objects on the earth's surface, a regulatory methodology is used that applies an overload coefficient. However, it does not make it possible to determine the actual range of the variation of subsidence and deformation of the earth's surface.*

*The authors of the article substantiate the design of an observation station for geodetic mea-surements of earth surface displacements and deformations of the main gas pipeline, which is being undermining by the Geroyev Kosmosa mine of DTEK Pavlohradvuhillya.*

*An observation station was laid and instrumental observations were made using a GNSS re-ceiver from Leica Geosystem.*

*According to the normative methodology, the expected and calculated subsidence and de-formation of the earth's surface within the influence of the 960th longwall were calculated for certain mining and geological conditions. The results obtained by the authors during the natural measurements confirm the variation of subsidence and deformation along the main sections of the trough. It is proposed to take the obtained results into account when choosing the means of protection of the main gas pipeline.*

**Key words:** *displacement and deformation of the earth's surface, geodetic monitoring, obser-vation station, GNSS observation, natural measurements, trough.*

## **ШАНОВНІ КОЛЕГИ!**

***28-а Міжнародна науково-технічна конференція – ГЕОФОРУМ 2025,  
присвячена 28-й річниці професійного свята працівників геології, геодезії і  
картографії України, відбудеться у Львові та його околицях 9 - 11 квітня 2025 р.***

Організаційний комітет запрошує науковців, інженерів, спеціалістів, військовослужбовців, експертів, бізнесменів, аспірантів та студентів взяти участь у її роботі.

### **Тематичні напрями роботи конференції:**

- освіта в геодезії, картографії, землеустрої;
- розвиток топографо-геодезичної і картографічної діяльності в Україні;
- аспекти використання БПЛА в галузях економіки та оборони країни;
- геодезичне і землевпорядне забезпечення країни в період військового часу та відновлення;
- вивчення фігури та зовнішнього гравітаційного поля Землі з використанням наземних методів та їх комбінації із супутниковими методами, космічний моніторинг Землі;
- особливості створення та функціонування в Україні мережі активних референціальних GNSS-станцій;
- сучасні тенденції розвитку картографії і картографічного виробництва, цифрової фотограмметрії, сучасного геодезичного фотограмметричного приладобудування;
- автоматизація інженерно-геодезичних і маркшейдерських робіт;
- сучасні технології лазерного сканування та безпілотного аерознімання;
- сучасне геодезичне забезпечення АЕС, ГЕС, аеродромних комплексів, мостів, тунелів, автодоріг, геодезичний моніторинг у будівництві;
- стан і проблеми геодезичної метрології;
- сучасний землеустрій і кадастр в Україні, оцінка землі й нерухомості;
- військові навігаційні та ГІС-технології;
- вдосконалення Національної інфраструктури геопросторових даних;
- діяльність громадських галузевих товариств і організацій.

### **Загальна інформація:**

- на МНТК «Геофорум» будуть виголошені доповіді на замовлення провідних науковців, керівників, та громадських діячів геодезичної галузі світу;
- основоположні, оглядові та постановчі доповіді будуть винесені на пленарні засідання.
- плануються пленарні та секційні засідання;
- передбачається проведення виставки геодезичних приладів та технологій українських підприємств та провідних фірм світу;
- мови конференції – українська, англійська, польська, німецька;
- планується видання чергового фахового збірника наукових праць Західного геодезичного товариства (2025, вип. 1(49)), в якому, як правило, публікуються статті учасників конференції, інформація про освіту, наукове, виробниче та громадське життя, офіційна хроніка, подається реклама підприємств та фірм;
- термін надсилання матеріалів для опублікування у Збірнику наукових праць до 25. 12. 2024 р.

Тексти статей у черговий Збірник (разом з анотаціями українською та англійською мовами) подаються в оргкомітет в одному друкованому примірнику і комп'ютерному варіанті. Обов'язково надіслати також англійський комп'ютерний варіант статті. Для авторів з України обов'язкова наявність акту експертизи про можливість публікації та однієї місцевої фахової рецензії. Просимо авторів повідомляти адресу, тел., факс, ел. адресу та оформляти тексти за вимогами Редколегії Збірника.

### **КОНТАКТНІ РЕКВІЗИТИ:**

вул. Степана Бандери, 12, Львів-13, 79013, Україна, Національний університет «Львівська політехніка», Інститут геодезії.

Оргкомітет конференції тел. +38032-2582719 або +38050-3706402 (І.С.Тревого), +380631671585 (Б.В.Четверіков)

e-mail: itrevoho@gmail.com, chetverikov@email.ua

Web.: <http://www.zgt.com.ua>